

森林環境 2015

—特集—

進行する 気候変動と 森林

～私たちはどう適応するか



公益財団法人

森林文化協会

編著＝森林環境研究会

責任編集＝松下和夫＋福山研二

森林環境 2015

—特集—

進行する 気候変動と 森林

～私たちはどう適応するか



公益財団法人

森林文化協会

編著＝森林環境研究会

責任編集＝松下和夫＋福山研二

森林環境 2015

目次

Contents

まえがき／「適応」へ 森林を取り巻く社会を変える	松下 和夫	4
巻頭論文／気候変動に伴う生態系影響と適応	中静 透	7

■特集：進行する気候変動と森林～私たちはどう適応するか

◆ IPCC 第5次報告書の意味するところ	西岡 秀三	18
◆ 適応策をめぐる国内外の動向	原澤 英夫	28
◆ 自然林と人工林における気候温暖化の影響と適応策	田中 信行	39
◆ 温暖化に貢献しうるブナ林	廣田 充	48
◆ 雪国の古民家にみる森と人の関わり	井田 秀行	59
◆ 自治体の施策に適応策を組み込むには	嶋田 知英	70
◆ 農山村における気候変動の影響と適応策	白井 信雄	79
◆ グレーインフラからグリーンインフラへ	中村 太士	89
◆ 気候変動下における山岳リゾートの将来展望と適応策	田中 伸彦	99
◆ 地球温暖化対策は今年の COP21 で第2段階へ	竹内 敬二	109

■トレンド・レビュー

- ◆ CLT は国産材利用拡大の救世主となりうるか 有馬 孝禮 120
- ◆ 震災復興と防潮堤 安田 喜憲 128
- ◆ 森林・生物多様性と持続可能な開発目標 (SDGs) 交渉 吉田 哲郎 139
- ◆ みんなで森の再生 伊藤 智章 148
- ◆ 【コラム】 追悼：宇沢弘文氏と社会的共通資本 松下 和夫 155

■緑のデータ・テーブル

- ◆ 2014 年 森林環境年表 160

- あとがき 184
- 執筆者プロフィール 185

まえがき

「適応」へ 森林を取り巻く社会を変える

京都大学名誉教授 松下 和夫

異常気象が日常化し、日本や世界各地から、これまでに経験したことのない集中豪雨、台風、土砂災害や大規模な森林火災による被害などが報道されている。私たちはすでに気候変動の影響を毎年実感する時代に足を踏み入れてしまった。恐るべきことは、日々このような報道に接すると「慣れっこ」になってしまうことである。「慣れっこ」になるということは、仕方がない、あるいは誰かがどこかで何とかしてくれるはずとの思考停止に陥ってしまうことでもある。

2014年10月にはIPCC（気候変動に関する政府間パネル）の第5次評価報告書が公表された。前回の報告（第4次報告書、2007年）と比べて内容的に大きく進展した事項の一つは、「適応」（adaptation）に関する記述が大幅に増加し充実したことである。それだけ気候変動の被害が現実化し、関連する研究による知見が蓄積されたことが反映されたのだ。

気候変動によってもたらされるさまざまな被害（リスク）を防ぐためには、何よりも地球温暖化の原因となる温室効果ガスの排出量を大幅に削減すること（緩和策）が必要だ。しかし国際社会が最大限の緩和策を取ったとしても、今後現在よりも、より深刻な影響が次々と現れてくるのは確実であり、そのような変化に対する「適応」にも、真剣に取り組まなければならない時期を迎えている。緩和策と適応策は相互補完的であり、両者相まって気候変動のリスクを軽減し、被害の軽減と抵抗力（レジリエンス）の向上につながるのである。我が国でも本年夏頃までに国としての適応計画を策定する予定となっている。

「適応」という用語は、すでに生物学など種々の分野で使われている。しかし温暖化対策における適応策は、IPCCの定義によれば、「温暖化の影響を

できる限り回避し、減少させるよう地域の自然システムや社会の仕組みを改善する方策」を言うとされている。

具体的には、緩和策は、省エネルギーや再生可能エネルギー導入などによる温室効果ガスの排出削減や森林等の吸収源の増加などで気候に対する人為的影響を抑制する対策を意味する。一方、適応策は、気候変動がもたらす水資源、食料、生物多様性等への様々な影響に対して人や社会、経済のシステムを再構築することで影響を軽減しようという対策を指している。

今号の特集では、気候変動による影響をできる限り避けて和らげるための、自然システムの中でもとりわけ森林、そして森林を取り巻く社会の仕組みを改善する方策に焦点を当てている。気候変動が日本の森林に与える影響とそれに対する適応策を考えるということは、とりもなおさず森に依存し支えられている人々の生活、里山などの地域社会、農山村地域、ひいては都市の生活を考えることにつながる。

我が国では少子高齢化と人口減少によって 2040 年には消滅する市町村が 523 にのぼるとの警告もされている（増田寛也、『地方消滅』、2014）。さらに経済のグローバル化や産業構造の変化、そして自然災害の拡大などによる大きな社会の変動が予想される。気候変動はこうした他の変化と重なり、相乗的な影響を及ぼすと予想される。したがって、気候変動の影響にどう対処するかは、これからの社会や企業活動、個人・家庭の生活設計にとって重要な要素になる。

緩和策と比べると、適応策の特色は、それぞれの地域固有の対策が中心になることである。緩和策とりわけ温室効果ガスの削減策は、どこでとられようともそのグローバルな効果は一律である。一方影響は地域ごとに固有で千差万別である。したがって、影響評価、適応策では、地方自治体や地域コミュニティ、地域住民の役割がとりわけ重要となる。

以上のような点を考慮し、巻頭論文の「気候変動に伴う生態系影響と適応」の他、「適応策をめぐる国内外の動向」、「農山村における気候変動の影響と適応策」、「自治体の施策に適応策を組み込むには」、などの論考を得た。いずれの筆者もそれぞれの分野の第一人者である。関連して「気候変動下における山岳リゾートの将来展望と適応策」、「グレイインフラからグリーンインフラへ：自然資本を生かした適応戦略」、「雪国の古民家にみる森と人の関わ

り：ブナの柱が物語ること」などの寄稿も得て、気候変動と森林、そして適応策をめぐる多様な課題を多角的に論じる内容となっている。ただし適応に関する国際協力は、本特集では対象外としている。

本年12月にはパリで気候変動枠組み条約第21回締約国会議（COP21）が開催され、気候変動対策に関する2020年以降の国際的取り組みの枠組みが合意されることとなっている。ところが日本では2020年、2030年などに向けた温室効果ガス削減目標の設定が遅れている。早急に国民的議論を経て、国際社会での責任を果たせる野心的な目標を設定するとともに、我が国としての適応策を準備していくことが望まれる。

本特集が気候変動問題に関する思考停止からの再起動を促すことに、いささかなりとも寄与することとなれば幸いである。

気候変動に伴う生態系影響と適応

東北大学生命科学研究科教授 中静 透

はじめに

2014年に発表された気候変動に関する政府間パネル（IPCC）の第5次評価報告書（AR5）では、AR4に引き続き「気候システムの温暖化には疑う余地はない」という、確信度の高い記述がなされている¹⁾。実際に、1880年から2012年の間に世界の平均気温は0.85℃上昇しており、今世紀末までにさらに、可能な限りの緩和策をしても0.3～1.7℃、緩和策をしない場合には2.6～4.8℃の上昇が予測されている。日本でも、最近100年間に平均気温が1.15℃上昇していると報告されている²⁾。この温度変化は南北方向では約200km、標高でいえば約200mに相当する温度差である。温度だけでなく、降水量や積雪、さらには集中豪雨や台風などの極端現象についても、さまざまな変化がすでに観測され、予測もされている。

こうした、すでに生じている気候条件の変化に対して、生態系の変化も世界各地で報告されている。IPCC AR5 第2作業部会（WG2）の報告でも、「すべての大陸と海洋で気候変動による自然及び人間システムへの影響が引き起こされている」と述べられており、主要なリスクの中に、海洋・沿岸、陸域・陸水などの生態系や生物多様性、およびそれらからもたらされる生態系サービスの低下が挙げられている。確かに気候変動の影響は、生物や生態系の反応に敏感に現れると考えられるが、一方で生物の反応は複雑であり、必ずしも確実に気候変動の影響と特定されるケースは多くない。また、日本では気候変動の影響に関する研究自体が豊富とはいえ、予測の確度も低い。

この小論では、日本の生態系のうち、特に森林を中心とした陸域生態系に

的を絞り、気候変動の影響と適応策について述べる。気候変動が生態系に与える影響とそのメカニズムを概観し、その特徴について整理する。また、それを考慮した適応策の方向性について論じてみたい。

生態系影響とそのメカニズム

すでにさまざまな影響が報告・予測されているが、それらを大別すると、1) 分布の移動と種の絶滅、2) 生物季節の変化、3) 生物間相互作用の変化、4) 生態系の機能およびサービスの変化の四つに区分できるであろう。具体的な例は、この本の他の章に詳しいので、ここではその概要を包括的に述べる。

1) 分布の移動と種の絶滅

気候変動が生態系や生物多様性に与える影響として最もよく知られているのは、生物の分布変化であろう。この場合、飛翔能力のある昆虫や鳥類は移動能力が大きく、温暖化によって分布を北に拡大しているものが知られている。昆虫は越冬の温度条件が分布を決めている場合も多く、最低気温の上昇

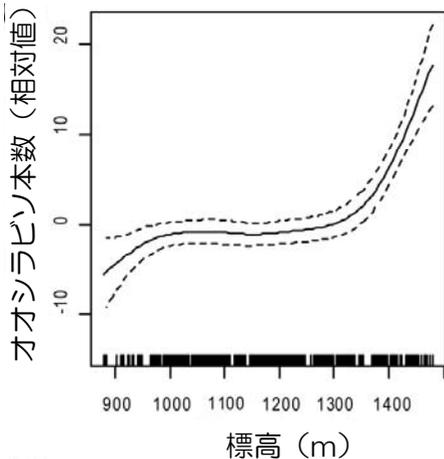


図1 八甲田山におけるオオシラビソの本数変化と標高。過去と現在の空中写真を用いてオオシラビソの本数を標高別に計測したもの。Shimazaki et al. 2011を一部改変。

に伴ってその分布域が北上しているといわれる。鳥類でも、気温の上昇によって越冬地がより北方へ移動したことが知られているほか、越冬地での温暖化が個体数増加を招いているという推定もある。

移動速度が遅いと考えられている植物についても、散布された種子の定着によって新しい生息域を獲得すると同時に、個体の死亡によって旧来の生息地を失うことで移動が起こる。茨城県の筑波山では常緑樹のアカガシが標高の高い地域に分布を広

げる一方で、頂上でもほとんど分布の下限に近いブナでは枯死する個体が目立っている³⁾。同様に、青森県の八甲田山では、亜高山の針葉樹であるオオシラビソが分布下限で個体数を減らし、上限付近で増加させていることが分かっている(図1)⁴⁾。こうした植物の分布環境を統計的に解析し、温暖化予測シナリオに応じて将来の分布適域(分布する環境として適している地域)を推定する手法も進んできた。それによれば、温暖化によって、ブナ林や亜高山帯林の分布適域は大きく減少する一方で常緑樹の分布可能地域が拡大すると予測されている³⁾。

分布域の変化が最も深刻な事態に至ると、種が絶滅することになる。高山植物については非常に深刻な状況が予測されている。もともと、日本の高山植物は氷期に広い分布域を持っていた植物が、温暖化に伴い、山頂部分にわずかに残った遺存種が多い。わずかな個体群が特殊な環境の場所に生き残ったもので、シベリアなどの個体群と比べると遺伝的な多様性も低い。また、日本の高山はまれに見る多雪環境や強風という条件で樹木が育たないため、山頂の標高は高くないものの高山植生が形成されている場合が多い⁵⁾。実際に、ヨーロッパや北アメリカと比べると、日本の高山帯は同緯度でも標高の低い場所に残っており⁶⁾、より脆弱であることが予想される。今後の気候変



写真1 山地湿原と積雪。山地湿原では、消雪とともに湿原の植物が生育を開始していくため、消雪の時期が変化することによって、植生が大きく変化する。積雪期間が短縮し、乾燥が進むと樹木が湿原に侵入していく

動で、積雪量あるいは積雪期間が減少することが予想されており、これまで低標高にもかかわらず残っていた高山植物や植生にとっては相当数の種の絶滅を含む厳しい状況が懸念されている。

同様に、高層湿原や山地湿原なども近年縮小傾向にある⁷⁾。高山植物と同様、気温とともに積雪が重要な役割を果たしていると考えられるため、その影響予測には積雪に関する予測を考慮する必要がある。この生態系にも貴重な生物が多数含まれているので、保全を考える上で重要性は高い(写真1)。

一方、シカの分布拡大も気候変動の影響で説明されることがある。これまであまり見ることのなかった多雪地や高山帯にもシカの分布が広がっている⁸⁾。さまざまな地域で高山植物に対するシカの食害が問題となっているほか、原生林でも皮剥ぎや林床植物の食害が問題になっている。しかし、江戸時代にはほぼ日本全体にシカが生息していたことが分かっており、現在の分布拡大現象は再進出と呼ぶべき問題である。基本的には最近数十年間で急速に個体数が増えていることが大きな原因となっているが、この動きを気候変動が加速させている可能性がある。

2) 生物季節の変化

気候条件が変化することによって、開花や繁殖などの生物季節が変化する現象もすでにいくつかの種で報告されている。開花や開葉、紅葉などに温暖化の影響が報告されている。また、動物でも、鳥の産卵時期が変化している例などが報告されている。開花は積算温度などで制御されている場合が多いが、中には冬季の低温を経験しないと開花しない種もあり、こうした気象刺激が変化することによって、生物季節が乱される場合がある。また、温度ではなく、日長のように気候変動の影響を受けない要因によって生物季節が制御されている場合もあるし、よくメカニズムが分かっていない生物も多い。さらには、植物の生理が日長で決まっているのに対して、その植物を資源とする昆虫は気温で制御されている場合などがあり、開花しても送粉昆虫がいなかったり、植物を食べる害虫がこれまでとは異なった時期に発生したりといった影響が生じている⁹⁾。気候変動によって変化する刺激と変化しない刺激の組み合わせにより、こうした生物季節の変化がこれまで共生してきた生物間にも齟齬をきたす可能性がある。

3) 生物間相互作用の変化

分布の変化や生物季節の変化は、その種だけでなく、その種が相互作用を持っている他の種にも影響を及ぼす。ある植物の花粉を運ぶ昆虫や種子を運ぶ鳥類が、温暖化によって先に生息域を移動させてしまうのに対して、植物の移動が遅れるようなケースがあれば、植物の繁殖に影響が出る。また、前述のような共生、寄生する生物相互間の生物季節のズレが生態系レベルでの影響につながるケースもあるだろう。

樹木の病気を媒介する昆虫が温暖化の影響を受けることにより、病気が北方へ分布を拡大する例もある。松枯れの場合はマツノザイセンチュウを運ぶマツノマダラカミキリの、ナラ枯れの場合も病菌を媒介するカシノナガキクイムシの生活史によって、病気の分布北限が決まっているといわれている。これらの病気を媒介する昆虫の分布北限よりも北あるいは高標高域にもマツ類やナラ類が生育しており、現時点ではこれらの病気から逃れることができているが、温暖化が進めばその限りではなくなる。その他にも、害虫の分布範囲が温度条件の制約を受けている場合は多いと考えられており、温暖化によるさまざまな影響が懸念されている⁹⁾。

このように、気候変動は生物間相互作用の変化を引き起こし、現在の食物網や共生関係とは異なった生物間ネットワークの形成につながる可能性がある。どのようなネットワークになるのか予測は難しい。また、現在の生態系は長い時間を経て比較的安定なものになっているが、形成されてから時間を経っていない新しい生態系はより不安定である可能性が高いだろう。

4) 生態系の機能およびサービスの変化

気候変動の影響は、単に生物や生態系そのものの変化だけでなく、それを通じてその機能や生態系サービスにも及ぶ。北方の森林では、地下部に貯蔵された有機物量が相対的に大きい。現在は、低温条件がこうした有機物の分解を妨げているが、温暖化によって分解が進むことにより、森林が二酸化炭素の放出源になる可能性も指摘されている²⁾。そのことによって、さらに温暖化が促進される可能性も懸念されている。炭素だけでなく、温暖化によって土壌栄養塩の無機化速度なども変化するため、森林や流域全体での栄養塩収支も変化すると予想されており、河川の水質などへの影響もあるだろう。

害虫や病気の分布範囲が変化することは、農作物や人工林でも起こり得ることであり、利用できる生態系資源としてもマイナスの影響を受ける可能性がある。森林での病気の拡大は、森林が持つ土壌保全や洪水制御などの生態系サービスの劣化にもつながる。また、送粉昆虫が分布をシフトさせれば、作物や果実に必要な送粉サービスが受けられなくなる可能性がある。

温暖化による森林組成の変化がスムーズに起こればよいのだが、何らかの理由で一時的に森林が荒廃することは十分考えられる。例えば、ブナ林と亜高山帯林の境界付近では、亜高山帯林が衰退して温度的にはブナ林の適域になったとしても、ササ類などの林床植生が繁茂してブナ林の更新を妨げ、スムーズな樹種交代が起こらない可能性もある。そのような場合には、森林がすぐに成立しない場合もあるだろう。また、台風の巨大化などによる森林被害の増加も懸念される。樹木は一般に長い寿命を持つので、仮に気候条件が変化してもすぐに森林が変化するということはないかもしれないが、巨大化した台風によって森林が攪乱を受け、それがきっかけとなって種の交代が急速に進む可能性も考えた方がいいだろう。この予測の確信度は高くないが、こうした森林の荒廃によって生態系サービスの劣化が起こるリスクがある。

竹林の分布拡大も温暖化の影響を受ける。最近数十年間で、西日本を中心にモウソウチクやマダケの利用が衰退し、管理が行われないうちに竹林が拡大を続け¹⁰⁾、森林の衰退や土壌侵食などで問題視されている。これまで、こうしたタケ類は東北地方に北限があり、東日本では西日本ほどの拡大速度は見られなかったが、今後の温暖化で拡大する可能性があり、さまざまな影響を及ぼすことが懸念されている。

逆に、生物種の分布移動が起こっても生態系の機能やサービスには大きな変化をもたらさない可能性もある。森林の構成種が変化しても、現存量や生産速度に大きな変化がなければ、土壌保全や洪水防止などの生態系機能には大きな変化は起こらないという場合もあるだろう。

温暖化が与える影響の特徴

気候変動が起こっても生物の順化や適応（進化）に十分な時間があれば、生態系への影響は少ない。地球の歴史の中で気候変動は何度も起こってきた

が、生物はそれらに対して適応し、生物間相互作用の中で生態系を形作ってきた。しかし、現在起こっている気候変動はそのスピードが非常に速く、これまでの生物の進化スピードでは対応できない可能性がある。気候変動以外にも他の人間活動によって、生物や生態系が改変されてきているため、変化に対して反応する力も劣化しているだろう。

気候変動が生態系や生物多様性に与える影響には、いくつかの特徴がある。まず、影響の予測に関する不確実性が高いという点である。気候変動予測そのものにも不確実性があるが、生物・生態系に関してはそれが特に大きい。生物の反応は、単一の気象条件だけでなく、複数の気象刺激によって影響を受けるため、例えば、温度条件の変化だけでは確実な予測が難しい場合がある。また、生物の分布を決める要因の中には、数年に一度の低温というような極端な気象条件が重要なものが少なくない。

また、食物網や共生関係など複雑な生物間相互作用のために、ある生物の変化がカスケード的に他の生物に及び、予測の不確実性が大きくなる。ある場合には、温暖化によって、これまでの送粉や種子散布などの共生パートナー

複数安定状態の転換点 シカの採食が引き起こす森林衰退

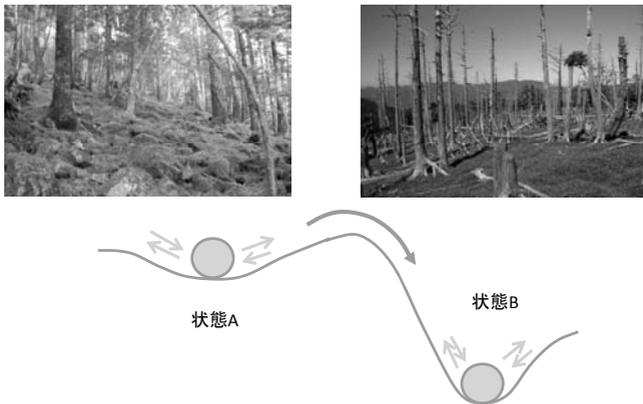


図2 レジームシフトの例。状態Aで安定していた生態系が、条件の変化によって別の状態Bで安定する。森林として数千年間続いてきた植生が、シカの食害や台風被害などによって、ササ草原として安定してしまう例。

を失い、新しいパートナーと共生せざるを得ないというケースも出てくるだろう。天敵と餌生物の組み合わせも、これまでとは異なったものになる可能性がある。温暖化の結果として、そうしたこれまでにない生物組成の生態系が生まれる可能性もある。また、侵略的侵入種の分布が北上して被害を広げる、というようなケースもあるだろう。

生態系の変化は常に連続的な形で起こるとは限らない。レジームシフトと呼ばれる、ある閾値（ティッピングポイント）を超えた場合に不可逆な変化となったり、元に戻りにくくなったりする変化がある（図2）。北方林の炭素収支は、ある温度条件を超えると土壤中の二酸化炭素が放出側に変化し、森林全体としても吸収から放出へ加速度的にシフトする現象が懸念されている。湖沼の生物群集についても、栄養塩や温度の条件がティッピングポイントを超えると、その条件が戻ったとしても、すぐに元には戻らないケースが報告されている¹¹⁾。

種の絶滅は不可逆な現象であり、一度絶滅した種を復活させることはできない。群集を構成するキーストーン種が絶滅するような場合には、生態系全体がまったく別のものに変化してしまう可能性も否定できない。

気候変動の影響は、他の人間活動の影響によって増幅されることが少なくない。自然の状態であれば、それぞれの生物の持つ生活史に従って分布をシフトさせることが可能であるが、多くの場合、こうしたルートを人間の土地利用が阻んでいる。また、河川など淡水生態系では人工構造物によって分断化が進んでいるし、外来生物も分布を拡大しているため、温暖化によるマイナスの影響がより大きくなっている。こうした複合効果の影響を考慮する必要がある。

どんな適応策が可能か？

自然生態系や生物多様性に目を向けた場合、温暖化の適応策として有効性の高い方法は少なく、その多くが消極的な対策とならざるを得ない。その基本的な考え方として最も重要な点は、先に述べたように、温暖化以外の要因を取り除き、温暖化の影響を最小化することであろう。例えば、分布移動の障害となるような土地利用を避けたり、分布移動を促進するような自然再生を計画したりという対策が重要である。注意したいのは、温暖

化適応策として行われる構造物の建設や造成などが、生態系の劣化を招いたり、生態系の適応を遅らせたりする場合もあることである。また、できるだけ生物の自然な分布変化を促し、自然状態ではあり得ない移動や生態系の再生を行う場合には、慎重であるべきだろう。安易な生物の移動は、新しい地域での別な問題を引き起こす可能性がある。もともとの分布域周辺にレフュージア（退避地）となり得る場所が存在するのであれば、そうした環境を利用できるよう、情報も整備しておく必要がある。基本的には、現在の保護地域を拡充し、生態系ネットワークを形成することがレジリエンス（抵抗力）を高めることになる。

高山植物などは、もし予測通りの気候変動が起これば、かなりの数の種が絶滅の危機に陥る。この時、種の絶滅を避けるための手順をあらかじめ、想定しておくことも重要である。可能な限り現地保全を目指すのは当然としても、現地外保全や最終手段としての種子、DNAでの保存に至るまでの段階的な手順を十分考えておく必要がある。

レジームシフトに関しては、どのようなケースで起こり得るのか、あるいはティッピングポイントを見極められるかという点について、まだ十分な情報がない。可能性を持つ現象の洗い出しを急ぐとともに、メカニズムと可能な対策の解明を急ぐ必要があるだろう。

最近では、温暖化の緩和策と適応策を統合化する動きもある。特に森林生態系の保全は、炭素蓄積を保つとともに生態系や生物多様性の適応策にもつながる可能性があり、統合化につながる有効な手法開発の可能性がある。途上国向けに考えられている REDD+（森林の減少・劣化による二酸化炭素排出量を削減する活動）なども、類似の奨励策を国内向けに設計することも可能であると考えられる。

また、生態系を保全することが他の気候変動影響に対する適応策になり得る可能性もある。例えば、海岸の干潟や湿地の保全と構造物をうまく組み合わせることで、高波などの防災策となり得る。森林生態系を保全・拡充することが CO₂ の吸収と同時に生活空間における温度そのものを下げる効果がある。こうした生態系を利用した適応（Ecosystem-based adaptation）なども、適応策として積極的に考えるべきであろう¹²⁾。

おわりに

生態系に対する気候変動の影響予測は、他の分野より遅れている傾向がある。それは、生態系や生物多様性の持つ不確実性が大きく、有効なモデルの開発が難しいという点が効いているが、一方では、生態系に対する気候変動の具体的な影響を評価し、適応策を練るためには、現在の気候モデルの解像度が粗すぎるという点も見逃せない。最近の気候変動の予測モデルは、適応策を意識して次第に解像度は高くなってきているので、開発された解像度の高いモデルを利用した影響予測と空間情報化を急ぐ必要があるだろう。いずれにしても、気候変動はすでに始まっており、できるだけ確信度の高い予測を基に、無駄のできるだけ少ない適応策を考えていくべきである。

〔引用文献〕

- 1) IPCC AR5 WG2
- 2) 文部科学省・気象庁・環境省(2013)「気候変動の観測・予測及び影響評価統合レポート、日本の気候変動とその影響(2012年度版)」
- 3) 中尾勝洋ら(2009)日本における常緑カシ類2種の個体および優占林の分布を規定する気候条件. 森林立地学会誌 森林立地 51, 27～37.
- 4) Shimazaki et al. (2011) Environmental dependence of population dynamics and height growth of a subalpine conifer across its vertical distribution: an approach using high-resolution aerial photographs. *Global Change Biology* 17, 3431-3438.
- 5) 増沢武弘(2009)「高山植物学」. 共立出版.
- 6) Körner, C. (2003) "Alpine plant life: functional plant ecology of high mountain ecosystems", Springer.
- 7) 安田正次ら(2007)オルソ化航空写真の年代間比較による山地湿原の植生変化の検出, 地理学評論, 80, 842-856.
- 8) 奥村忠誠ら(2009)ニホンジカ (*Cervus nippon*)の分布拡大に影響を与える要因. 環境学会誌, 22(6) 379-390.
- 9) 桐谷圭治・湯川淳一(編)(2010)地球温暖化と昆虫. 全国農村教育協会.
- 10) 染矢 貴ら(2010)自然環境情報GISと国土数値情報を用いた日本全域の竹林分布と環境要因の推定. 景観生態学 15, 41-54.
- 11) Leadley, P. et al. (2010) Biodiversity Scenarios: Projections of 21st Century Change in Biodiversity, and Associated Ecosystem Services: a Technical Report for the Global Biodiversity Outlook 3. CBD Technical Series 50.
- 12) IUCN (2009) "Ecosystem-based Adaptation: A natural response to climate change" .

特集

進行する気候変動と森林 ～私たちはどう適応するか

IPCC 第5次報告書の意味するところ

人間は自然の一部にすぎない

地球環境戦略研究機関研究顧問 西岡 秀三

1. はじめに

1988年に発足し、おおむね5年程度のサイクルで、気候変動に関する最新の科学的知見を集約・評価・報告するIPCC（Intergovernmental Panel on Climate Change: 気候変動に関する政府間パネル）は、2013年から2014年にかけて、第5次報告書（5th Assessment Report:AR5）を出した。気候変動枠組み条約（UNFCCC）のもとでは、2020年からの世界すべての国が参加する新たな温室効果ガス削減枠組みを2015年末パリでの21回会合（COP21）で決める、というスケジュールが設定されており、その科学的基盤としてタイミングの良い報告となった。

内容は、2007年の第4次報告書で述べられた知見をさらに確認するとともに、気候変動への対応の遅れで気候安定化への道筋がますます厳しくなりつつあることを、様々な側面から示している。IPCCはその科学的中立性を保つため、取り上げる対象は気候変動政策に関係（policy relevant）する範囲のものであり、どのような政策をとるべきかを示唆する（policy prescriptive）ものであってはならない、という立場を踏まえて作業されているが、全体のトーンには強い危機感がにじみ出ている。

今回報告での中心課題は「気候を安定化するにはこの50～100年の間に温室効果ガスを一切出さない社会にしなければならないのだが、いったいどのような道筋で可能なのだろうか」という模索である。報告には我々がとりうる選択肢が幅広く示されているが、人間社会がそれをどう賢く選択し行動するか、AR5はその人智を問うている。それだけでなく、もう「技術」で

代表される人間の知恵だけでは気候安定化は無理で、究極的にはやはり自然の力を借りなければならないことも示している。生物界では無敵の「人間」でも自然の論理には抗^{あらが}えず、自然の中の一介の「人類」に戻る時期に来ているのだろうか。

2. 止まらない気候変動、広がる影響

気候の科学を扱う第 1 作業部会は以下のように報告している（図 1）。近年の気候変動は、人間および自然システムに対し広範囲にわたる影響を及ぼしてきた。気候システムの温暖化には疑う余地がなく、また 1950 年代以降、観測された変化の多くは数十年から数千年間にわたり前例のないものである。大気と海洋は温暖化し、雪氷の量は減少し、海面水位は上昇している。地球規模で気温が 1880 年以來 0.85°C 上昇、夏季に北極海氷面積が 10 年当

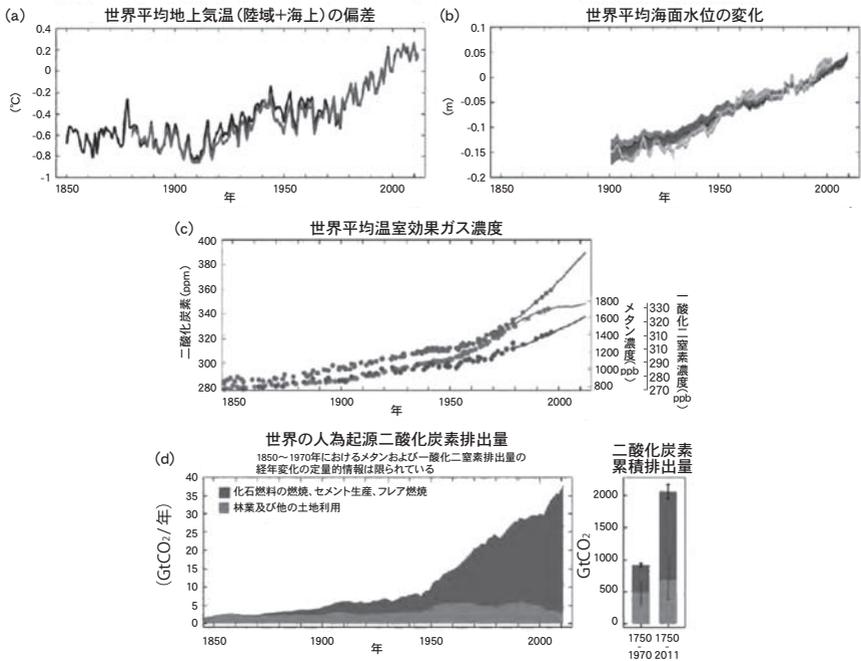


図 1 気候変動の進展状況

たり 9.4～13.6%の速さで急速に減少、グリーンランドや南極の氷床の質量減少、北半球 6 月積雪面積が 10 年当たり 11.7%の速さで減少、海水の酸性化が進行している。また、こうした北極海水減少、陸上降水パターンの世界規模変化、海洋表層蓄熱量増加、熱波の発生が 2 倍に増加などへ、人為起源の影響が及んでいる可能性が非常に高い。

一方、人為起源の温室効果ガス排出は、工業化が始まって以降増加しており、今やその排出量は史上最高となった。この排出で温室効果ガスの大気中濃度を、少なくとも過去 80 万年間で前例のない水準にまで増加させている。

そして、「気候システムに対する人間の影響は明白である。人間による影響が 20 世紀半ば以降に観測された温暖化の最も有力な要因であった可能性が極めて高い」と懐疑論を一蹴した。

3. すでに現れている気候変動への適応が必要に

温室効果ガスの継続的な排出は、さらなる温暖化と気候システムの全ての要素に長期にわたる変化をもたらし、それにより、人々や生態系にとって深刻で広範囲にわたる不可逆的な影響を生じる可能性が高まる。気候変動は、既存のリスクを増幅し、自然システムおよび人間システムにとっての新たなリスクを引き起こす。

気候変動が人間社会に及ぼす影響とそれへの対応策と脆弱性を検討する第 2 作業部会は、すでに人為的気候変化が世界各地に影響を与えており、2°C 上昇以下でも脆弱な人（例：熱中症）・地域（メガデルタ都市）・生態系（絶滅危惧種）に被害を与えていることを報告した。今後予想される温度上昇進行とともに、まず豪雨・洪水・早魃といった極端事象による災害が増加、さらに進むと温暖化がもたらす寒冷の緩和等いくらかの利益も打ち消され、世界全所で損害が広がり、4°C を超すと様々な非線形・正のフィードバック・不可逆現象（グリーンランドや南極氷床のすべり出し、シベリア凍土融解からのメタン発生等）が気候の急激な変化をもたらす確率を増やすと予測して、早い段階での抑止の必要性を示し、何°C 以下の上昇にとどめるかといった政策論議への材料を提供している。

2°C 上昇以下にとどめるという国際合意（カンクン合意）はあるが、0.85°C

はすでに上がってしまっていて被害が出ている。気候安定化を待っていたのでは、手遅れになって被害が拡大する。安定化できないということも想定して、変化する気候に合わせて生きてゆく「適応策」をとらねば取り返しがつかなくなる。遅々として進まない国際交渉を背景に、世紀末には3~4℃ぐらいまで上がることを見越した「適応策」推進の必要性を説く専門家も多い。

4. 抑止策は最大の適応策

ただし「適応策」だけではその影響を全部は打ち消せない。典型的例として、今の気候変動のスピードを気候帯の極方向への移動速度（10年で20km程度）で見た時、その速さに動物（例：肉食動物は10年で60km移動可能）は追従して移住できても、植物（例：樹木はせいぜい数km）はとてついでに行けないから、まとまった生態系としての移動はできず適応力は限られる。農作物生産への影響は気候に合わせた品種転換に制約があるし、アジア都市における高熱（例：熱中症）や高潮への影響も適応策ではすべての対応はできない。ゆっくりといつまでも確実に進む海面上昇へは対応のしようがない。こうした適応策の限界を考えると、最大の適応策は抑止策であるといえる。

5. 2℃以下抑制のシナリオを示した第3作業部会

気候変動の抑止策（緩和策）を検討する第3作業部会は、さまざまに考えられる21世紀の社会経済活動を想定したシナリオでの温室効果ガス排出を推定し、それぞれどのような温度上昇が見込めるかを多くのモデルで示している（図2）。成り行きでの排出を続けていくと今世紀末には4℃程度の上昇になる。

工業化以前と比べた温暖化を2℃未満に抑制する可能性が高い緩和経路も複数ある。これらの経路の場合には、二酸化炭素および

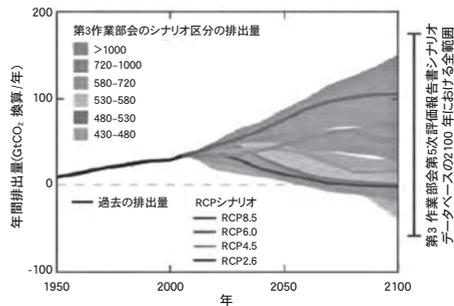


図2 人為起源の二酸化炭素の年間排出量

その他の長寿命温室効果ガスについて、今後数十年間にわたり大幅に排出を削減し、21世紀末までに排出をほぼゼロにすることを要する。そのような削減の実施は、かなりの技術的、経済的、社会的、制度的課題を提起し、それらの課題は、追加的緩和の遅延や鍵となる技術が利用できない場合には増大する。より低いまたはより高い水準に温暖化を抑制する場合も、時間尺度が異なるだけでまったく共通の課題を抱えている。

2℃上昇以下での安定化への道筋は、2050年には2010年から40～70%削減、2100年にはほぼゼロエミッションにしなければならない。そしてその目標達成のためには2050年に、供給側で低炭素エネルギーを今の4倍、全一次エネルギーの60%を占めるまでに増やす。消費側では総エネルギー消費を交通部門で3割、建物部門で約25%、産業部門で約30%削減するという大幅な節エネルギー（総量での削減）が可能とした。

6. 「人類」の行く末を示す1枚の図

気候変動の今時点の中心課題は「気候を安定化するにはこの50～100年の間に温室効果ガスを一切出さない低炭素社会にしなければならないのだが、いったいどのような道筋で可能なのだろうか」ということである。第1作業部会は、自然と人間の関係を実に簡単な1枚の図（図3）で提示する。

横軸の目盛は温室効果ガス（二酸化炭素換算）累積排出量であり、現代世界で生存する「人間」活動結果を表し、縦軸の目盛はそれに対する自然側

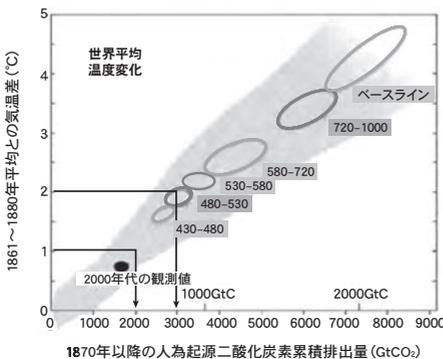


図3 二酸化炭素累積排出量と気温上昇の関係

からの対応としての地球平均表面温度の上昇を示す。そして「両者の間にはほぼ線形の関係（二酸化炭素を出せば出すほど温度が上がる）がある」ことがさらっと説明されている。これが「少しでも温室効果ガスを出している限り、温度は上がり続ける」「2℃以下にとどめるとの世界合意があるが、何度上昇で止めるにしても、究極に

は温室効果ガス排出をほぼゼロにした低炭素世界をつくらなければ、温暖化は止まらない」[2℃以下に抑えたいのなら、人間が今後出せる温室効果ガスの総量はほんのわずかで、今の調子で排出していたのでは30年以内に使い切ってしまう]ことを意味しているとはすぐには考えが及ばない。

おおむねの説明はこうである。ある年、地中に閉じ込められていた化石燃料を掘り出し燃焼し二酸化炭素を何tか排出したとする。その約半分は直ちに森林等植物が太陽のある昼間に炭素同化作用で取り込み、夜になると呼吸作用で排出するが、一部は樹木内に取り込まれ蓄積するし、成長が終わって倒木になっても何年かは蓄積として残り、さらに土壤に取り込まれる。二酸化炭素は直接海表面から海水に溶け込んで一部は深海にもぐり込み深層水に運ばれて1000年は潜り続ける。また一部は、海洋プランクトンの炭素同化作用で海に取り込まれ、呼吸作用で排出されるがその一部は海底に蓄積する。

ところが、吸収されなかった半分の二酸化炭素が大気中にとどまる。この残された二酸化炭素が、ゆっくりと吸収されたり何かと反応したりして消えてゆくまで100年の寿命があるとされる。だから、この今年の残留分に加え、来年排出した分も半分が残り、100年の範囲で考えるとともかく人間が二酸化炭素を出している限り、大気中に二酸化炭素がたまり続けるのである。19世紀以降のこうした排出による累積量がグラフの横軸で示されている。

大気中の温室効果ガス濃度が高いほど大気温度が上がるというのが、アルレニウス等の温室効果理論である。グラフで見ると、これまでの累積排出量の増加と温度上昇の関係がこの理論を実証している。気候理論を踏まえた気候モデル計算でも、将来排出に伴う累積増で温度が上がるのが予測されている。

だから「出している限り温暖化は止まらない。気候を安定化するには排出ゼロにするしかない」のである。2℃で止めたいなら、2℃になった後少しでも出せば半分が大気に残りまた温度を上げるから、もう一切出せない。ここで2℃上昇に相当する二酸化炭素累積排出量は約2900Gt (Gtは10億t)となる(図3)。19世紀から2011年までにすでにその3分の2を排出してしまっていて、残りは3分の1すなわちほぼ1000Gtしかない。現在の世界年間排出量は約40Gtであるから、今のままの排出を続けると残り財布の中身は25年分もない、という切羽詰まった状況にある。

結局、我々はあと一世代の間に、わずか残された 1000Gt の予算を、これから直ちに減らして使うことにして、25 年を 50 年あるいは 100 年に引き延ばし、その間に温室効果ガスを一切出さないゼロエミッションの社会、カーボン中立の世界に人間社会を変えねばならないのである。しかし今の UNFCCC での一方向に進まぬ合意や新興経済国の高炭素型発展投資の勢いを見ると、それが可能かいささか悲観的にならざるを得ない。

7. 2050 年一人当たり 2t の世界を

図 2 は実際にこうした時間稼ぎの間に低炭素社会に移行する道筋があり得るのかを示している。そして 2℃以下に抑えるには、2050 年には今の半分の排出量にとどめるあたりの道筋を通り、21 世紀後半にはもうゼロエミッション、さらにはマイナスエミッションにする道筋がわずかにありうることを示している。

現在の排出量は約 40～50Gt として 2050 年にはその半分の約 20Gt にする。これを 2050 年想定人口約 100 億人で人口均等割りにすると一人当たり 2t の割り当てとなる。日本は現在一人約 10t 出しているから、人口が変わらないなら国全体で 2050 年には今から 80%削減となり、第 4 次環境基本計画で定められた国の目標値 80%と一致する。人口が 1 億人に減れば 80%以上の削減が必要になる。今の途上国は納得しないかもしれないが、35 年後にはそうした国の多くも今の日本ぐらいの経済になっていることを考えれば、一人当たり 2t の目標はすべての国に共通の目標となりうるものである。となると国際的には、これからは発展途上国も参加しての低炭素技術競争・低炭素社会構築合戦が始まる。

8. 自然に縫^{すが}り付く人間

その先を見てみよう。ゼロエミッションどころかマイナスエミッションの社会などはどうしたら実現できるのか。消費側では省エネ機器はもちろん、エネルギー全体の需要を減らす節エネルギーが必須で、マイナスエミッション住宅が基準になろう。そして供給側は、どうしても必要なエネルギーを再

生可能エネルギーや原子力で供給したうえ、ガス発電からの二酸化炭素を捕獲して地中に埋める CCS（二酸化炭素隔離・貯留）などが提案されている。しかしそれだけではゼロエミッションには程遠い。地球の表面を覆う自然吸収源に頼らないと達成できないのである。

第 3 作業部会の記述では、農業・林業およびほかの土地利用（AFOLU）部門への期待はまことに大きい。2007 年のあたりから AFOLU 部門からの排出は増えてはいるが、森林伐採は減っており人為的な増加ではない。将来どうなるかには不確実性が大であるが、AFOLU からの排出は減ってゆき、2050 年には 2010 年の半分になるとみられる。今世紀末には土地システム自体は全体として吸収源にならねばならない。農作業の改善や林業での保全推進は、気候変動による影響も受けやすいため、適応策と共同して進めることになる。REDD+（森林減少・劣化に由来する排出の削減：Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation in Developing Countries）は、気候変動抑止策としては非常にコスト効率のいい手段であるし、経済・社会・環境面などでのコベネフィットも多く見込まれる。高炭素である森林や草原や泥炭地を保全する適切な土地管理ができれば、バイオエネルギーは気候安定化に大きな役目を果たすことになる。調理法等の改善を伴ったバイオマスエネルギー利用やバイオガス、小規模バイオ発電は、GHG 発生を減らし生活と健康を改善する。大規模バイオマス利用は政策を正しく打たないと、かえって温室効果ガス排出を増やし、生活や生物多様性エコシステムサービスを危うくする。

2050 年に低炭素社会を実現するというあたりまでは、20 世紀技術の延長でシナリオが描ける。しかしその後のゼロエミッション社会の構築になると従来型技術ではとても困難になる。かといって核融合のような「夢の」エネルギーには頼れそうもない。IPCC 第 3 作業部会は、時期別にどのようなエネルギーが使われるかを一覧しているが、2030 年代から 2050 年、2100 年にかけては、再生可能エネルギーや原子力、CCS を入れた電力だけでなく、AFOLU が大きく排出を下げるのに貢献する、とみている。その上、CCS が見込めない場合にはその分を土地利用分野で代替することに大きな期待をかけている。そして低炭素エネルギーの切り札の一つとして、バイオエネルギー（BE）と CCS を組み合わせた BECCS で大気中の二酸化炭素を吸収するこ

とまで提案している。

このような報告を読むと、21世紀の後半にはもう、19世紀から20世紀のエネルギー高依存時代に培った人智の結集である「技術」では気候は安定できないという限界が見えてきた、と考えざるをえない。半導体で電気に変えてはいるがおてんとうさまの恵みを大切に、風車で水をくみ上げ、バイオマスと名前を変えた薪を使い、レジリエントなコンパクトシティと称して城壁都市に寄り集まって住む、まるで産業革命以前の人為的二氧化碳素排出ゼロの世界に戻るのである。

9. 自然の中でしか生きられない人類

気候変動への対応は現社会の大きな転換を伴うため IPCC 報告もとにかく政治的に取り扱われがちであるが、IPCC 作業の本質は、「人間社会と自然の間の関係がどのように変化しているかを知る」作業である。ここでの科学者の仕事は、自然の声を聴き、自然を代弁して人間社会に伝えることである。

四半世紀にわたる IPCC 活動を、中に入ったり後ろから追っかけて見ている限りでは、IPCC の作業は、「人間」がこの問題を自分で解決するための知恵をどう絞りつつあるか、その進展を確認し、「人間社会」の政策に示唆する作業と認識される。人間の知恵を結集すれば、気候変動というとてもない難題を必ずや解決できる（ということは筆者もこれまで言い続けてきたし、今後も言い続けるであろうが）はずという希求がその中に秘められている。今回の IPCC 報告も、温暖化の進行確認、リスクの警告、そして解決策という、人間社会の問題解決手順に合わせた、「科学的な」報告になっている。

2007年に出された第4次報告まではそうした希望が見られたが、AR5を読み解き始めると、やればできるはずとは言いながらも、やはり人智には限りがある、自然にはかなわない、と感じられる叙述が節々に見られ始めた。明確になりつつある影響に対しては適応していかねばならないものの、とてもそれでは気候変動の圧力を支えきれない限界があることの指摘、ゼロエミッション社会への移行が必然であることをはっきりさせたのもその一つ、そして森林・土壌・海洋環境のあらゆる自然吸収源を総動員しての対応でなければ気候は安定化できないという処方箋がその一つである。科学技術的楽

観主義では「やればできるはず」であっても、「人間」社会はそうはゆかない。現体制を大きく変えることへの抵抗は大きく、国際交渉の世界ではいつまでたっても協力してゆく土台ができそうもない。

人間社会に身を置いて IPCC という「人間の知的活動」進展プロセスを眺めていた立場からずっと引いて、自然の中のほんの小さな一員である「人類」と自然という観点から眺めてみると、どうもこの問題は「人間社会」の問題ではなく、自然の論理の中で人間自身では制御できなくなった化石エネルギー文明に手を染めてしまって慌てている「人類」という視点で考えねばならない時期に入ったのではないか。そういうことを示唆する知見がまったく意図されずではあるが、AR5 に見え始めている。今回の報告には、自然の仕組みの中で、さんざん放蕩してきた「人間」が、何とか生き延びるための最後の頼りとして、「冷酷な」自然に再び^{すが}縋り付こうとしては突き放されつつある構図が描かれている。多分第 6 次報告書では「自然」が主役になるであろう。

〔参考文献〕

- ① IPCC および一連の第 5 次報告書 (AR5) [英文] に関しては <http://www.ipcc.ch/> を参照
- ② 和訳：第 5 次報告書政策決定者向け要約 (SPM: Summary for policymakers) に関しては
第 1 作業部会：気象庁 <http://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/ipcc/ar5/index.html>
第 2 作業部会：環境省 http://www.env.go.jp/earth/ipcc/5th/pdf/ar5_wg2_spmj.pdf
第 3 作業部会 (要約のみ)：<http://www.env.go.jp/press/files/jp/24376.pdf>
統合報告書：(要約のみ)：http://www.env.go.jp/earth/ipcc/5th/pdf/ar5_syr_outline.pdf
- ③ 本稿の一部は、西岡秀三 (2014) 「地域が主体の気候リスク管理へー緩和と適応の統合」、生活と環境、2014 年 6 月号、p.4-7 を引用している。
- ④ 西岡秀三 「気候政策の背骨を示す一枚の図：厳しい自然の論理」、地球環境研究センターニュース、2014 年 7 月号、Vol 25 No.4 <http://www.cger.nies.go.jp/cgernews/201407/284002.html>

適応策をめぐる国内外の動向

国立環境研究所理事 原澤 英夫

1. はじめに

顕在化している温暖化影響

気候変動に関する最新の科学的知見を評価する IPCC が、一連の第 5 次報告書を公表した。2013 年 9 月に公表された気候変動の現象や予測を扱う第 1 作業部会の報告書では、温暖化に疑う余地はなく、20 世紀半ば以降の温暖化の主要な要因は人間の影響の可能性が極めて高いとし、確率で 95% 以上とした。すでに工業化前に比べ現在は世界平均気温が 0.61℃ 上昇し、温暖化の影響が世界各地で異常気象の形で頻発しており、広範かつ深刻な影響をもたらしている。たとえば、2003 年に欧州で発生した熱波では 6 万人以上が死亡したと報告されている。熱波の発生とその影響は日本でも表れている。2010 年、日本は猛暑で 1700 人を超える人が亡くなった。2014 年は、台風や前線による大雨が各地で発生し、土砂崩れ、浸水などにより多くの死者と被害が発生している。

緩和策と適応策

進む温暖化の対策としては、原因物質である二酸化炭素などの温室効果ガスの削減策（緩和策）が検討され、国際的にも、国内的にも削減に向けての対策が実施されてきた。一方、温暖化の影響がすでに世界各地で顕在化していることから、影響を低減する対策（適応策）の検討が急がれるが、IPCC で大きく取り上げられているわりには、日本では、緩和策に比べると認知度が低いのが現状である。適応策という言葉は使わずとも、熱中症対策、大雨時の災害対策などは影響を低減するという視点から、典型的な適応策と位置

付けられる。すなわち、すでに温暖化の影響が表れ、適応策も一部であるが、実施されているのが現状である。IPCC 報告書でも適応策が、すでに途上国・先進国を問わず、部分的であるが実施されていると報告している。たとえば、アジアにおいては、総合的な水管理、沿岸域の海面上昇対策、氷河湖の洪水防衛などが挙げられている。

本稿では、適応策をめぐる国内外の現状を紹介し、日本が進めている国の適応計画の策定状況について紹介する。

2. 適応策とは？

適応策の定義

温暖化対策は緩和策と適応策からなる。緩和策は、省エネルギーや再生可能エネルギー導入に代表される種々の対策による温室効果ガスの排出削減や森林等の吸収源の増加などで温暖化に対する人為的影響を抑制する対策である。一方、適応策は、温暖化がもたらす水資源、食料、生物多様性、都市や農村、人々の生活や活動等への様々な影響に対して人や社会、経済システムを再構築することで影響を軽減しようという対策である（図 1）。

生物学など種々の分野で適応 (adaptation) という用語が使われているが、

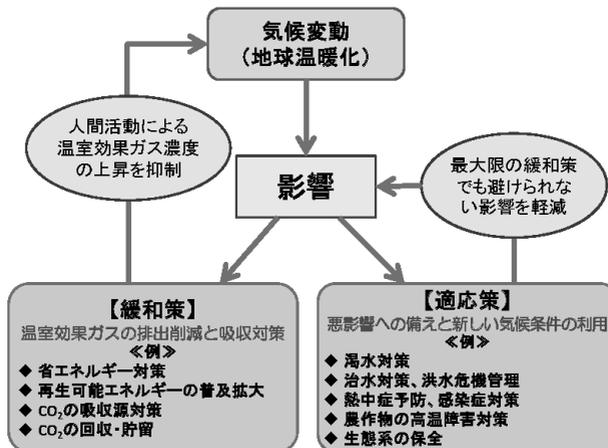


図 1 気候変動への緩和策と適応策
(文部科学省・気象庁・環境省、2013)

温暖化対策における適応策は、IPCC の定義によれば、「温暖化の影響をできる限り回避し、減少させるよう地域の自然システムや社会の仕組みを改善する方策」を言う。

温暖化の影響への適応は、影響が発現する前、あるいは後に実施するかで、予見的適応、事後的適応に分類できる。表 1 は予見的適応、事後的適応の特

表 1 予見的適応と事後的適応 (IPCC, 2001)

		予見的適応	事後的適応
		影響予測の結果を受けて、あらかじめ影響低減の対策をうつ。	温暖化影響が発生した後に、被害を低減するよう対策をうつ。
自然生態系			<ul style="list-style-type: none"> ・成長期間の変化 ・生態系構成要素の変化 ・湿地の移動 ・動植物の移動（高緯度、高地方向への移動）
社会経済システム	個人	<ul style="list-style-type: none"> ・保険の購入 ・嵩上げた家屋の建設 	<ul style="list-style-type: none"> ・農耕法の変更 ・保険掛金の変更 ・空調設備の設置
	公共	<ul style="list-style-type: none"> ・早期警報システム（洪水、熱波） ・新たな建築基準や設計標準 ・再配置のインセンティブ 	<ul style="list-style-type: none"> ・保証金、補助金 ・建築基準の施行 ・養浜

表 2 適応オプションの種類と事例 (IPCC, 2001)

適応オプション	細区分	事例
①被害、損害をシェアする		保険、災害補償や災害救援、復旧
②被害、損害に耐える		何もせず、被害を甘受する（影響が軽微で発生確率が小さい現象）
③現象、脅威を変える		干ばつを防ぐ灌漑、洪水制御用のダム、高波を防ぐ堤防
④影響を避ける、防止する	<ul style="list-style-type: none"> ・構造、技術 ・法律、規制、金融 ・制度、行政 ・市場活用 ・現場での対応 	<ul style="list-style-type: none"> ・異常気象に耐える設計の構造物（台風や洪水に強い家屋） ・予報・警報システムの強化（暴風雨、熱波） ・天候デリバティブ ・各種政策、計画への適応策の取り込み
⑤利用方法を変える		洪水氾濫原、沿岸域の住居、病院、学校を公園、ゴルフ場、駐車場に変える
⑥場所を変える		干ばつ地域からの移動、島からの移住（ツバル）、洪水氾濫原からの移動
⑦調査研究		影響検出、異常気象発生予測、被害費用の見積もり、環境影響評価
⑧教育、啓蒙		生活・活動様式の変更、影響防止への意識向上

徴と事例を示したものである。主として、人間社会における適応を念頭において適応オプションの種類と事例を表 2 に示した。積極的な適応から消極的な適応まで幅広く、また具体的な対策も異なることが特徴である。また、温暖化による好影響をうまく活用して利益に結び付けるなどの対策も含まれる。ただし、温暖化による気温上昇が大きくなると、適応策によっても影響低減は不可能になり、ましてやうまく利用して利益を得るところではなくなることは、IPCC 報告書も指摘している。適応策は、従来から実施されている自然災害に対する防災対策やヒートアイランドなど都市環境対策などと親和性が高く、そうした既存の対策に適応策を組み入れるといった工夫もされ、「主流化」と呼ばれている。

森林、林業における適応

IPCC 第 2 作業部会第 5 次報告書（温暖化の影響、適応、脆弱性^{ぜいじゃく}）が 2014 年 3 月に公表されたが、その特徴の一つは、適応についての検討が進み、多くの知見が集積されている点である。すでに温暖化の影響が顕在化していることから、適応策あるいは既存の政策に現在および将来の温暖化影響の低減を盛り込む「主流化」がすでに起きていると指摘している（IPCC、2014）。

温暖化が進んでおり、森林や林業に大きな影響が発生している国や地域もある。たとえば、オーストラリアでは、現在森林火災に対する取り組みとして、早期警戒システム、燃焼性低減のための建築設計、燃料管理などに重点を置いた適応策がすでに実施されてきている。オーストラリア当局は、熱波や森林火災などから、人命と資産を保護する一方で、気候変動を考慮しながら生態系を復元するために、火災を管理するためのアプローチを再考している。また、アジアの一部の地域では、地方開発計画、早期警戒システム、総合的水資源管理、アグロフォレストリー（農林複合経営）、マングローブの沿岸林再生を通じた適応策が促進されている。

3. 適応先進国の現状

欧州各国は、温暖化に対する懸念が大きかったがゆえに、早くから温暖化の将来予測、影響評価を実施してきた。IPCC 第 3 次報告書が 2001 年に公表されたが、そのすぐ後の 2003 年に大規模な欧州熱波による多大な犠牲者

や社会・経済への影響が発生し、影響研究と適応対策の重要性を再認識させるとともに、発生確率は小さいが、起きると顕著な影響をもたらす異常気象に対する関心が高まった。IPCC では異常気象を極端現象と呼んでおり、第5次報告書でも各種の極端現象について最新の成果をまとめている。

欧州各国では、温暖化の影響予測・評価や適応の検討が進んでいたことから、IPCC 報告書への貢献も大であった。欧米等の適応先進国の現状を表3にまとめた。以下では、英国、米国、EU の取り組み状況を紹介する。

表3 主要国の影響、適応計画の現状（原澤、2014 を改変）

国	経緯	影響・リスク評価	適応計画
英国	1997 UKCIP 開始 2008.11 気候変動法：英国の気候変動リスク評価（CCRA）を5年毎に実施し、それに基づき国家適応計画（NAP）を5年毎に策定	2012 英国全体の気候変動リスク評価（CCRA）	2013.7 国家適応計画（NAP）
米国	1990 地球変動研究法に基づき地球変動研究プログラムを開始 2009 省庁間気候変動適応タスクフォース（TF）設置	2000 第1回国家気候評価 2009 第2回 2013 第3回	2011 TF 報告 2013 省庁別適応計画 2013.6 大統領気候行動計画（適応を含む）
EU	2009 適応白書を策定 2010 欧州議会で白書採択 2013.4 EU 気候変動適応戦略 2013.5 欧州の適応報告書	2008 欧州気候変動影響報告書 2012 欧州気候変動、影響、脆弱性報告書	EU 各国が適応計画を策定 2012.3 適応情報の欧州気候適応プラットフォーム（Climate-ADAPT）開始
オランダ	2007 気候変動に対する国家空間適応プログラムを実施	2004 気候変動空間計画 2008 気候ナレッジプロジェクト	2007 国家気候適応・空間計画戦略 2011 デルタプログラム
フィンランド	2001 国家気候計画 2005 欧州で最初の適応国家戦略を策定	2004 FINADAPT プロジェクト	2005 気候変動適応の国家戦略 2009 戦略実施評価レポート 2014 改訂（予定）
ドイツ	2005 政府は、気候保全プログラムに適応戦略を位置付け	2005 ドイツの気候変動：気候に敏感な分野の脆弱性と適応	2008 適応戦略 2011 適応戦略行動計画

英国

英国の影響、適応への取り組みは、1997年の英国気候影響プログラム(UKCIP: UK Climate Impacts Programme)から始まった。UKCIPの目的は、気候変動影響に関する情報を意思決定者へ提供することであり、「適応」はまだ明示的には考慮されていなかった。その後、英国の関係機関が影響評価を実施することになり、関係機関の適応戦略の策定や適応活動の実施、さらに適応に関連する新たな法制化を支援するなど、UKCIPの目的が拡大した(UKCIP、2011)。

UKCIPなどの活動成果を踏まえて、2007年には、政府の省庁横断イニシアチブとして、気候変動適応プログラム(ACC: Adapting to Climate Change Programme)が環境・食糧・農村地域省(DEFRA: Department for Environment, Food and Rural Affairs)によって開始された。そして2008年11月には気候変動法が成立・施行されている。現在、影響・適応に関して国レベルの法制を有している英国では、この気候変動法にもとづき、英国全体の気候変動リスク評価(CCRA: Climate Change Risk Assessment)を5年毎に実施し、CCRAに基づき国家適応計画(NAP: National Adaptation Programme)を5年毎に策定することになった。最初の影響に関するCCRA報告書が議会に提出されたのが2012年1月である。同報告書は、2100年までの気候変動を低位・中位・高位の排出シナリオで予測し、農業・森林、健康・生活、建築物・インフラ、自然環境、ビジネスの5分野で気候リスクの評価を行った。結果を約120の項目に絞り込み、重要性、緊急性、信頼性の評価を行い、政府や各省庁が進めるべき適応策の優先順位をつける工夫をしている。それらを受けて、2013年に最初の国家適応計画が策定・公表された。

UKCIPが最近公表した自己点検報告書(UKCIP、2011)では、UKCIPの特徴を、①緩和策によっても避けられない影響が発生することから適応を重視、②研究者から意思決定者へ情報提供し、影響、適応の研究結果が政策立案に貢献、③法制化の後押し、④国民や企業などの関心を高めるべくツール開発など種々の工夫、を挙げており、こうした積み重ねが、適応計画に結び付いたと言える。

米国

米国は1990年に米国地球変動研究プログラム（USGCRP：US Global Change Research Program）を開始した。毎年出版される年次報告書は、当時日本における温暖化研究の計画や実施に少なからず影響を与えた。地球変動研究プログラムは、定期的に気候変動の米国への影響を評価し、大統領及び議会に報告することとされ、最初の報告書である国家気候評価（NCA）は2000年に、第2回は2009年に、第3回は2013年に策定、公表されている。

2009年には、20以上の省庁からなる省庁間気候変動適応タスクフォースが設立された。10月にはオバマ大統領がタスクフォースに対し、1年以内に国内外における気候変動影響への適応に関する勧告作成を指示し、それを受けて、2010年10月に、適応に関する政策目標と考え方、各省の取り組みを内容とする国家適応戦略策定の勧告をオバマ大統領に提出している。その後、2011年10月、タスクフォースが主要分野における進捗状況をまとめた報告書を公表している。米国は、国レベルの適応戦略は現時点では策定していないが、省庁別の適応計画についてはすでに2013年に策定している。また同年6月には大統領の気候行動計画（気候変動影響への準備として適応が含まれている）を公表した。

EU

欧州連合（EU）は、2009年に適応白書を策定し、2010年5月に欧州議会が同白書を採択している。同白書は、2013年の包括的適応戦略の構築に向け、EUにおける適応の目的や活動についてまとめている。これを受け、2013年4月にEU気候変動適応戦略が公表されている。この戦略では、EU加盟国間の情報共有や、EU施策への適応の考慮など、加盟国の活動を支援すること、またEUの役割として、地域や国境を越えた影響への対応、加盟国間の連携を挙げている。EU加盟国の約半数がすでに適応計画を策定しており、他の国々も策定中である。EU適応白書と併せて、影響評価報告書も作成され、EUレベルの早期適応行動の必要性と制約、適応アプローチの選択肢、EUの適応枠組みの活動などについてまとめている。EUは加盟国が適応情報にアクセスし、適応に関する知識を共有できるよう、情報クリアリ

ングハウスシステムの検討を行ってきたが、2012年3月に適応情報に関する欧州気候適応プラットフォーム（Climate-ADAPT）の運用を開始した。このプラットフォームには、温暖化の影響、各国の施策、ケーススタディーなどの情報が掲載されている。

欧州の他の国々もEUの方針に基づいて適応計画が策定されており、オランダ、フィンランド、ドイツの適応計画等について表3に概要を示した。

4. 日本の現状と方向

温暖化の日本への影響

IPCC第2作業部会の第5次報告書は、世界全体を扱っており、地域別の章はあるが、例えばアジア地域は多くの国々からなることから、日本に関する記載は重要性が高い知見であっても全てが取り上げられていない。日本は、アジアにおいて影響、適応研究の先進国であり、継続的に温暖化の影響、適応に関する評価を行い、報告書の形で発表してきた。その内容はIPCCに引用され、また気候変動枠組み条約（UNFCCC）への国別報告書の影響部分の資料となった。最近では、文部科学省、気象庁、環境省が中心となって温暖化の影響、適応に関する知見をとりまとめ、気候変動の観測・予測および影響評価統合レポート「日本の気候変動とその影響」（2012年度版）が発表されている（2013年4月）。以下はその概要である（文部科学省・気象庁・環境省、2013）。

- ①観測：日本の平均気温は長期的に上昇傾向、100年で1.15℃上昇。また、大雨の日数や短時間の強い雨の頻度は増加傾向。
- ②将来予測：今世紀末に向けて日本の平均気温はさらに2.1～4.0℃上昇が予測される。また、短時間の強い雨の頻度が増加する一方、無降水日も増加。
- ③影響：(1)水資源・水災害：渇水、洪水、深層崩壊の危険性の増大等。(2)自然生態系：野生生物の生息域の拡大、サンゴ礁の消滅の危険性。(3)農林水産業：水稲の品質低下、畜産・水産業への影響、(4)健康：感染症媒介蚊の生息域の拡大、熱中症の増加。
- ④適応策の現状と今後の取り組み：適応策の必要性と考え方、適応策に関する現状の取り組みと課題。

国の適応計画策定に向けた取り組み

適応先進国の経験を学びつつ、日本の適応計画の策定が進んでいる。中央環境審議会地球環境部会のもとに設置された気候変動影響評価等小委員会で、適応計画の基礎情報となる温暖化影響の現状や予測、さらに影響の重要性、緊急性、不確実性の評価方法についての検討が進んでいる。併行して環境省内に設置された気候変動適応計画のあり方検討会では、欧米各国の適応計画の策定状況の把握が行われており、その結果を共有しながら、関係各機関や審議会等で議論が進められている。議論の中では、将来気候予測データ、影響予測・評価手法、影響への適応策のあり方など、従来の温暖化対策をリスク管理の視点から再整理することも含めて検討され、2015年夏ごろには、適応計画が閣議決定される予定である。

5. おわりに

国内外でほとんど毎日のように自然災害や異常気象の発生と被害の報告がマスコミ等をにぎわしている。異常気象の影響把握や予測とともに、現実的な適応策の策定や実施が必要になってきたことを実感させた。日本では適応計画をまさに作成中であるが、適応先進国の現状や経験を踏まえて、今後の課題をまとめると以下のようなものである。

① リスクマネジメントとしての取り組み(中央環境審議会地球環境部会、2012)

現在および将来にかけて生じる可能性のある温暖化影響によって、災害、食料、健康などの面で社会に様々なリスクが生じると予測される。温暖化影響への適応はリスクマネジメントの視点でとらえ、把握、評価、管理することが必要となってきた。IPCC第5次報告書でも温暖化影響を外力、曝露、脆弱性の観点からとらえ、関連する問題や地域特性を考慮する方向を提示している。

② 温暖化影響の現状把握と予測の強化

英国、米国等の国レベルの適応計画の現状を紹介したが、影響の現状や将来予測に関する情報が基礎情報として非常に重要である。温暖化が進行して

いることは科学的にも確かであり、各分野、各地域でどんな影響が顕在化するのか IPCC 報告書は詳細に記載している。しかし、2014 年の夏日本が経験した局地的な大雨や土砂災害、浸水、デング熱の拡大など、予測しえない事象も発生していることから、温暖化影響を継続的にモニタリングすること、影響予測や適応策の研究をさらに推進し、得られた成果を適応計画に反映させることがますます重要になっている。

③省庁横断イニシアティブや自治体との連携

各省庁は国土強靱化や自然災害防災などすでに多くの施策・対策を進めている。それらの対策にさらに追加的な対策として適応策を加える、主流化が重要となる。省庁の縦割りを超えたイニシアティブや情報共有などが英国、米国でも実施されていることから、日本においても温暖化の影響、適応では不可欠である。

④適応策は地域が中心

温暖化の緩和策はグローバルな気温上昇が目標になるが、一方影響は局所・地域が対象となる。その点から、影響評価、適応では、地方自治体や地域コミュニティ、地域住民の役割が重要となる。とくに地方自治体は国の適応計画を受けて、地域レベルの適応計画の中核となることは間違いなく、地方自治体の適応の認知度を上げるとともに、情報を共有するなどの工夫が必要となる。この点では、すでに地域適応フォーラム (<http://www.adapt-forum.jp/>) が設置されて、影響、適応に関心の高い自治体が参加して、活発に議論を重ねるなど、活動を進めている。

⑤影響・適応の情報共有の仕組みづくり

英国、米国、EU の適応計画の策定経緯をみると、影響や適応に関する情報共有が大きな力となっていることが分かる。EU では Climate-ADAPT を関連情報共有の拠点（ポータルサイト）として情報共有を図り、適応計画づくりを支援している。日本でも、温暖化影響に関連する既存の統計・データの収集・分析に関しては、気候変動影響統計ポータルサイトが 2012 年 3 月に設置されているとともに、影響研究プログラムの成果公開用ウェブや先述

の地域適応フォーラムのウェブなどが挙げられるが、残念ながらワンストップで情報が得られる仕組みになっていない。

[参考文献]

- IPCC (2001) Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. IPCC Working Group 2, 1032pp.
- IPCC (2014) Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability, IPCC Working Group 2.
- UKCIP (2011) Making Progress: UKCIP and Adaptation in the UK, UK Climate Impacts Programme, Oxford, UK.
- 文部科学省・気象庁・環境省 (2013) 気候変動の観測・予測及び影響評価統合レポート「日本の気候変動とその影響」(2012年度版).
- 原澤英夫 (2014) 1-1 気候変動の影響, 西岡秀三・植田和弘・森杉壽芳監修, 損害保険ジャパン・損保ジャパン環境財団・損保ジャパン日本興亜リスクマネジメント編著、「気候変動リスクとどう向き合うか、企業・行政・市民の賢い適応」、2-13、金融財政事情研究会.
- 中央環境審議会地球環境部会 (2012) 2013年以降の対策・施策に関する報告書(地球温暖化対策の選択肢の原案について).

自然林と人工林における気候温暖化の影響と適応策

森林総合研究所北海道支所地域研究監 田中 信行

1. はじめに

地球表面の温度は、過去 132 年間に 0.85℃の上昇が観測され、今後 100 年間でさらに 0.3～4.8℃の上昇が予測されている (IPCC 2013)。気候温暖化は、植物の季節性や成長、動植物の分布など自然の様々な面に大きな影響を与える (IPCC 2014)。森林は、日本の国土の 67%の面積を占め、水源涵養、炭素の貯留、林産物の供給、観光などの生態系サービスを通して国民の生存基盤を形成している。森林には、植栽によって成立する人工林と、樹木自らの繁殖 (天然更新) で成立する自然林がある。温暖化の影響は、人工林では成長や病虫害の変化に、自然林では天然更新を通して構成種の優占度や組成の変化に現れると考えられる。このような変化によって悪影響が出ないように行う対策 (適応策) は、自然林と人工林で大きく異なる。

2. 自然林への影響予測と適応策

自然林は、野生生物の生息地としての機能が人工林よりも高い。現在進行する温暖化に対して、生態系や生物多様性を保全する対策 (適応策) が、自然林管理の今世紀の重要な課題である。地球は長い歴史の中で気候変動を繰り返してきており、生物はそれに適応しながら分布域を変化させ、同時に進化してきた。現在進行する温暖化により、世界の動植物の 20～30%の種で絶滅リスクが高くなると予測されている (IPCC 2007)。植物分布は、固定したものではなく、現在進行する温暖化の影響を受けてゆっくりと変化して

いる。西欧州の植物 171 種の分布が過去 100 年間に 10 年で平均 29m 上昇したことや (Lenoir et al. 2008)、世界の 1700 種以上の生物の分布が 10 年で平均 6.1km 北上したこと (Parmesan and Yohe 2003) が報告されている。

効果的な適応策の実行のためには、温暖化に対して脆弱な部分の特定が必要である。近年、分布予測モデルを用いて、種や生態系の将来の潜在生育域(分布が可能な環境をもつ地域)が予測され、温暖化に伴う脆弱な種・生態系と地域が推定されている(松井ほか 2009、田中ほか 2009)。分布予測モデルとは、種・生態系の天然分布と気候要因など環境要因の関係を統計解析する手法で、正確に分布を予測するモデルが作れば、分布を規定する環境要因と閾値が明らかになり、将来の気候条件をモデルに組み込むことにより将来の潜在生育域が予測できる。温暖化に伴い潜在生育域から外れる分布域は、脆弱な地域と推定される。一方、温暖化に伴い潜在生育域は北方や高標高に移動するので、新たな潜在生育域への生物の侵入が可能になる。固着して生育する植物が移動するためには、種子を散布し新たな生育地に定着することの繰り返しが必要である。植物の移動速度は種によって異なるが、樹木の移動速度は遅く、温暖化に伴う潜在生育域の移動には追いつけず、潜在生育域であるにもかかわらず分布しない地域(不在生育域)が将来広がると予想される。

日本には亜熱帯から高山帯(寒帯)まで幅広い気候帯があり、生育する 6000 種以上の植物は異なる分布域を持っている。温暖化に伴い、冷温帯、亜高山帯(寒温帯)、高山帯の種の潜在生育域は縮小し、亜熱帯と暖温帯の

種の潜在生育域は拡大すると予測されている。日本国内に南限のある冷温帯から高山帯の多くの種では、温暖化に伴い、南限地域では絶滅し北限地域では分布拡大が遅い可能性がある。亜熱帯・暖温帯の種では、潜在生育域が拡大するが、やはり潜在生育域の拡大には追いつけない場合が多いと予想される。

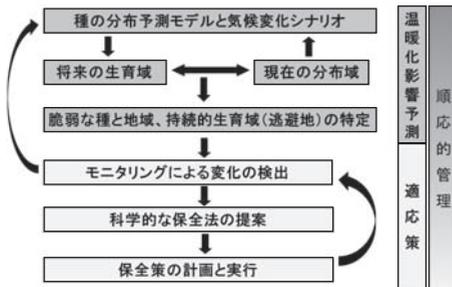


図 1 自然生態系における温暖化の影響予測と適応策の関係

分布南限などの脆弱な地域、分布北限などの分布拡大域では、温暖化の影響が現れやすいと予想される。しかし、適応策を実施するためには、予測だけでなく、実際に起こっている事実を把握するために現地調査を定期的に行うモニタリングが必要である。温暖化影響予測とモニタリングの結果に基づき、緊急性のある事案を選別し、適切な保全策を実施することが賢い適応策と考えられる（図 1）。

ブナの場合

ブナは、北海道南部から九州にかけての冷涼で湿潤な地域に広く分布する落葉広葉樹で、日本の代表的自然林であるブナ林を形成する。日本のブナ林は、世界的に見ても面積が広いことや自然度が高いことが特徴で、白神山地はブナ林の価値に基づき世界遺産に指定されている。温暖化のブナへの影響予測と適応策に関する研究（Nakao et al. 2013）を紹介する。

ブナ個体の分布を気候要因から予測するモデルを構築し、温室効果ガス排

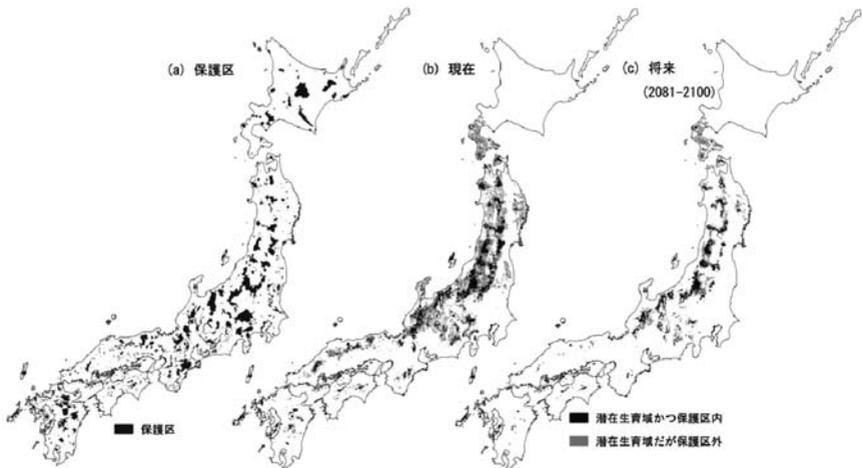


図 2 現在および将来のブナの潜在生育域と保護区の比較
a) 保護区、b) 現在気候下における潜在生育域、
c) 2081～2100年の気候下における潜在生育域

100年間のブナの移動は小さいので、潜在生育域はブナの分布域の範囲で予測されており、現在・将来とも分布北限以北に拡大しない予測になっている。保護区には、国立公園、国定公園、地方自治体指定の保護区を含む。（Nakao et al. 2013）

出シナリオ A1B に基づき異なる大気循環モデル (GCM) で予測された 20 個の将来気候条件を組み込むことでブナの潜在生育域がそれぞれ予測された。20 個の気候条件における年平均気温の平均は、現在気候に比べ 3.2°C 上昇している。ブナの潜在生育域は、現在の気候条件下で 2 万 2567 km^2 であるが、2081～2100 年に予測される気候条件下では 2 万 5517 km^2 に縮小すると予測された (図 2)。温暖化に伴う潜在生育域の変化には地域差があり、西日本や本州太平洋側ではほとんど消失するが、本州の日本海側から東北地方・北海道南部では縮小するものの各地に残存すると予測された。現在の気候条件でも、潜在生育域内のブナ林では稚樹・若木があり世代交代 (更新) が順調な事例が多いが、潜在生育域の辺縁部に成立するブナ林では稚樹・若木が少なく更新が難しい事例が多い (図 3)。



図 3 天然更新が良い日本海側のブナ林 (上) とそうでない太平洋側低山のブナ林 (下)。積雪はブナにとって好適な環境条件の一つである

ブナは遷移後期樹種の特徴 (遅い成長、高い結実樹齢など) を持つため、ブナの消失を加速させる最大の要因は森林伐採である。従って、ブナの分布域を保護区に入れて伐採を防止することが、ブナ林の保護になる。そこで、予測した潜在生育域と保護区を重ね合わせて比較した結果、保護区に含まれる潜在生育域は、現在が 2 万 2122 km^2 であるのに対し、温暖化後は 1 万 2309 km^2 に減少すると予測された (図 2)。温暖化後も引き続き潜在生育域である地域 (持続的潜在生育域) の中で、保護区に入っていない地域が 1 万 3208 km^2 あることが明らかになった。

以上の結果から、温暖化に対

するブナの保護策(適応策)は、地域によって異なる手法が必要と考えられる。本州日本海側・東北・北海道南部では、保護区に入っていない持続的潜在生育域を保護区に追加することが有効である。一方、潜在生育域がほとんど消失する西日本・本州太平洋側では、保護区の追加にほとんど効果がなく、ブナを守るためにはより積極的な保護策が必要である。この地域のブナは、本州日本海側から北海道南部に分布するブナと遺伝形質が異なる (Tomaru et al. 1998)。遺伝的多様性を保護する点からも、この地域のブナを積極的な作業によって保護する意義がある。また、地域の人々から存続が望まれているブナ林もある。積極的保護策には、ブナの更新の妨げとなる競合植物の刈り払い、近年増加しているシカの食害から稚樹を保護する防護柵の設置、地元の種子から育成したブナの若木の植栽などが含まれる。

一方、自然の推移に任せてブナが他の樹種に置き換わることを見守ることも、主要な選択肢の一つである。ブナ林の管理では、温暖化影響の問題だけでなく、シカなど野生動物の制御、希少動植物の保護、過去の伐採地の再生など多様な問題も考慮しなければならない。したがって、ブナ林の諸問題を解決して適切に管理するためには、国や自治体が管理する保護区の管理計画に、温暖化の適応策を他の諸問題の対策と調和させて組み込んでいく必要がある。

3. 人工林への影響予測と適応策

人工林は、植栽や雑草木の刈り払いなどの作業によって育成されたスギ、ヒノキ、カラマツなど有用樹種からなる森林である。人為的に種間競争は排除されるので、温暖化の影響で問題となるのは森林の病虫害と成長である。温暖化が人工林に及ぼす影響として、土壌条件の良い場所で成長量が増加することが期待されるが、高温によるスギの成長低下、病虫害の発生地域の拡大など、悪影響も少なくないと考えられている (原沢・西岡 2003)。今後の人工林管理(施業)では、温暖化に適応する管理が必要である。

病虫害

人工林の病虫害には多様なものがあるが、マツ材線虫病、スギカミキリ、

トドマツオオアブラムシ、ヤツバキクイムシなどで温暖化の影響予測が行われている（温暖化影響総合予測プロジェクトチーム 2008、森林総合研究所 2014）。

特に、マツ材線虫病は、日本の森林病虫害の中で最も深刻であり、現在も被害域が拡大している。この樹病は、外来微生物のマツ材線虫と在来昆虫のマツノマダラカミキリが組み合わさって健全なマツを加害することによりマツが枯死するものである。マツ材線虫病によるマツ枯れは、冷涼な気候条件では発生しにくいことから、温暖化が被害を拡大させると推定される。現在の気温を基準に月平均気温が1℃ずつ上昇した場合において、マツ枯れリスクの高い地域（危険域）、低い地域（自然抑制域）およびその移行域が土地利用を考慮して予測された（温暖化影響総合予測プロジェクトチーム 2008）。1～2℃の上昇によって、現在被害が及んでいない青森県の平野部にまで危険域が拡大し、2℃を超えると岩手県北部のアカマツ林業地帯やマツタケ生産地に危険域が拡大する（図4）。

2005年夏の青森－秋田県境付近でのマツ材線虫病発生を受け、青森県では日本海沿岸部の南北6kmにわたって集中的な監視を行い、さらにその南

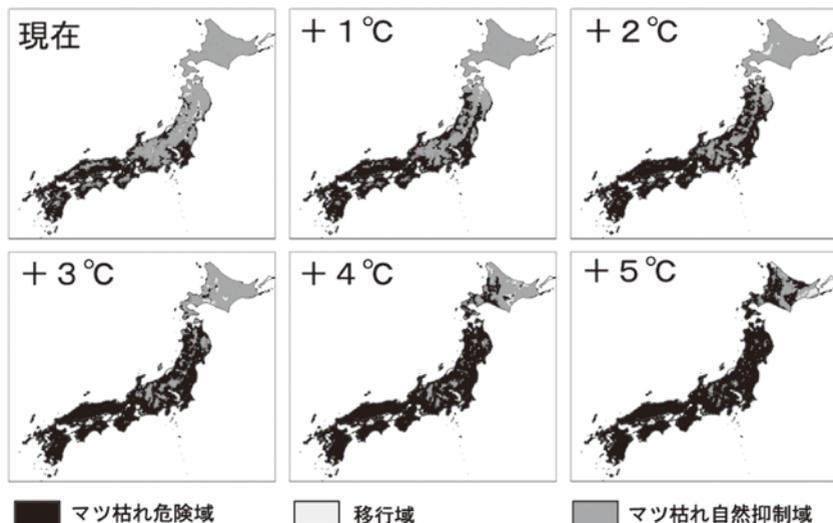


図4 現在と温暖化後のマツ枯れ危険域の予測
（温暖化影響総合予測プロジェクトチーム 2008）

北両端部各 2km にわたってマツ生立木を伐採して感染可能な木が存在しない「防除帯」が設置された。また、マツ枯れが発生した場合は、素早く枯死したマツの伐倒処理が行われている。このような対策は、温暖化の適応策といえる。しかし長期的には、温暖化に伴いマツ枯れの危険域は北に拡大し、現状の方法による完璧な防除は難しいので、現在のマツ林を耐病性マツや他樹種に置き換えることが、根本的な適応策になると考えられる。

成長

日本で最も広く植えられているスギは、年間を通して水分の要求度が高く、これまでも比較的乾燥する北関東や瀬戸内地域でスギ高齢木の梢端枯れなど衰退現象が確認されている（図 5）。スギの生理プロセス（蒸散）と環境条件（降水量と土壌の保水性）に基づき、温暖化に対するスギの脆弱な地域が特定されている（松本ほか 2006）。現在の気候条件下では、土壌保水力の小さい地域や蒸散降水比¹が高く気候的にスギ林の生育にとって不適な地域の分布は、現在スギの衰退が見られる地域と概ね対応していた。温暖化後は、関東平野や青森県北部などで蒸散降水比が高い地域が拡大し、この地域のスギが衰退する可能性が指摘された。

育林樹種に対する温暖化影響予測には、生理プロセスモデル以外に成長量を環境条件から予



図 5 九州の健全なスギ（上）と関東の衰退するスギ（下）の樹冠。九州のスギの方が葉の密度が高く樹冠が円錐形をしている

1 樹木の葉から蒸発する水量と降水量の比で、値が高いほど樹木が乾燥状態におかれることを意味する。

測する統計モデルも有用と考えられるが、まだ研究は進んでいない。一方、スギ以外の育林樹種のヒノキやカラマツでは、温暖化影響予測はほとんど行われていないので、今後の研究の発展が期待される。

人工林は材の収穫までに50～100年の時間がかかるので、将来の気候条件を考慮して育林樹種を選択する必要がある。例えば、温暖化に伴い、現在カラマツ林やスギ林の場所が将来ヒノキの適地に変化する場合は、次回の植林時にはヒノキも植栽樹種の候補となる。人工林の病虫害や成長と気候条件の関係が明らかになれば、温暖化に伴う育林樹種の適地の変化が予測できる。各育林樹種について、現在と将来の気候条件における育林適地マップが作成できれば、各場所でどの樹種を選択するかという判断に役立つ。

4. おわりに

日本の平均気温は、過去100年間に1.06℃上昇した（気象庁2005）。温暖化の生態系への影響がすでに現れているが、われわれが知らないだけ、というのが現状と考えられる。森林生態系は、変化がゆっくりしていること、環境要因と多様な生物が織り成す複雑なシステムであるため、温暖化だけの影響を見分けられないことがその原因である。しかし、近年進歩した分布予測モデルは、温暖化影響を見分けるためにも有用である。モデルを用いた影響予測と変化を把握するモニタリングを同時に推進することにより、得られた情報を参考に適切な適応策を実行していくことが、健全な森林の維持に必要である。一方、森林はCO₂の吸収・排出・貯留の機能を有しており、吸収・貯留を通して温暖化を緩和する役割が期待されている。今後、森林における適応と緩和を調和させる対策が必要である。

〔引用文献〕

- 原沢英夫・西岡秀三（2003）地球温暖化と日本－自然・人への影響予測－第3次報告。古今書院、pp.411.
- IPCC（2007）Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the IPCC.
- IPCC（2013）Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the IPCC.

- IPCC (2014) Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the IPCC.
- Lenoir, J., Gegout, J., Marquet, P., de Ruffray, P. and Brisse, H. (2008) A significant upward shift in plant species optimum elevation during the 20th century. *Science*, 320: 1768-1771.
- 気象庁 (2005) 異常気象レポート 2005 : 近年における世界の異常気象と気候変動～その実態と見通し～ (VII). 気象庁.
- 松井哲哉・田中信行・八木橋勉・小南裕志・津山幾太郎・高橋潔 (2009) 温暖化にともなうブナ林の適域の変化予測と影響評価. *地球環境*, 14:165-174.
- 松本陽介・重永英年・三浦寛・長倉淳子・埴田宏 (2006) 温暖化に対するスギ人工林の脆弱性マップ. *地球環境*, 11(1): 43-48.
- Nakao, K., Higa, M., Tsuyama, I., Matsui, T. and Tanaka, N. (2013) Spatial conservation planning under climate change: using species distribution modeling to assess priority for adaptive management of *Fagus crenata* in Japan. *Journal for Nature Conservation*, 21: 406-413.
- 温暖化影響総合予測プロジェクトチーム (2008) 地球温暖化「日本への影響」－最新の科学的知見－, 環境省地球環境研究総合推進費 S-4 報告書, pp.95.
http://www.env.go.jp/press/file_view.php?serial=13617&hou_id=11176
- Parmesan, C. and Yohe, G. (2003) A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems. *Nature*, 421: 37-42.
- 森林総合研究所 (2014) 温暖化により被害の拡大が危惧される森林病害虫. 森林総合研究所, pp. 10.
- 田中信行・中園悦子・津山幾太郎・松井哲哉 (2009) 温暖化の日本産針葉樹 10 種の潜在生育域への影響予測. *地球環境*, 14(2) : 153-164.
- Tomaru, N., Takahashi, M., Tsumura, Y., Takahashi, M. and Ohba, K. (1998) Intraspecific variation and phylogeographic patterns of *Fagus crenata* (Fagaceae) mitochondrial DNA. *American Journal of Botany*, 85: 629-636.

温暖化に貢献しうるブナ林

成熟林は炭素を吸収していないのか？

筑波大学生命環境系准教授 廣田 充

近年の地球温暖化の主因の一つに、大気中の二酸化炭素濃度の増加がある。森林を構成する樹木は、大気中の二酸化炭素（以下 CO_2 とする）を取り込んで炭水化物を合成している。合成された炭水化物は、様々な有機物のかたちで葉や根の材料となったり、幹に蓄えられたりしている。これが、森林が CO_2 の吸収源と言われる理由である。一方、森林を生態系として捉えた場合、足下の土壌圏にも目を向ける必要がある。土壌圏では、樹木の根だけでなく、様々な土壌動物や土壌微生物が存在し、彼らの呼吸によって常に CO_2 が放出されている。従って、森林生態系として考える場合、樹木の光合成による CO_2 吸収量とそこに存在する全ての生物の呼吸による CO_2 放出量の両方を考える必要がある。多くの人は、森林生態系として考えた場合でも森林は重要な CO_2 の吸収源であり、いずれも同様に CO_2 を吸収すると考えているかもしれない。しかし、実はそうではない。森林生態系としての CO_2 吸収量は、森林によって大きく異なる。ごく最近までは、特に十分に成熟した森林生態系では、ほとんど CO_2 を吸収していないと考えられてきた。それはなぜだろうか。この章では、最初に森林生態系の炭素循環とその時間変化について概説する。次に、筆者らが日本のブナ成熟林で行っている炭素循環研究の成果にも触れながら、成熟した森林生態系の CO_2 の吸収能力について考察していく。なお本稿の内容は、文部科学省科学研究費・基盤研究（B）課題 No.24310004（代表・廣田充）の成果の一部を含んでいる。

1. 森林生態系における炭素循環

我が国は、その温暖湿潤な気候から森林が形成されやすい世界有数の森林国であり、実際に国土の約3分の2が森林に覆われている。日本の森林は、気候帯、地形や成立年代の違いから非常に多様なうえに、人工林も多くみられるという特徴もある（2013年度版 森林・林業白書）。このように多様な森林があることは、舞台ともいえる土壌や気候帯はもちろん、その舞台の主演ともいえる樹木やそこで生育する生物も多様であることを意味する。しかし、森林生態系の炭素循環のプロセスは、森林によって大きく違うわけではない。森林生態系の炭素循環に関してたくさんの良書があるので、詳細はそちらに譲ることにして、ここでは森林生態系の炭素循環の概要を述べるにとどめる。

森林生態系における炭素循環の概略図を図1に示す。ここでは、大気中のCO₂の流れという視点で見てみよう。大気中のCO₂は、森林生態系の基盤をなす樹木の葉の気孔から取り込まれ、光合成によって光エネルギーと水を利用して有機物に変換される。この光合成によって生産される有機物量を総一次生産（Gross Primary Production, GPP）という。変換された有機物の一部は植物自身の呼吸によっても消費され、再び大気へ戻る。CO₂を吸収する植物自身が呼吸によってCO₂を放出することに違和感を覚える方がいるかもしれないが、植物も生きて以上、我々と同様に呼吸をしている（図1）。植物体へ“生きた有機物”として取り込まれたCO₂は、そのまま永久に植物体内に留まる訳ではな

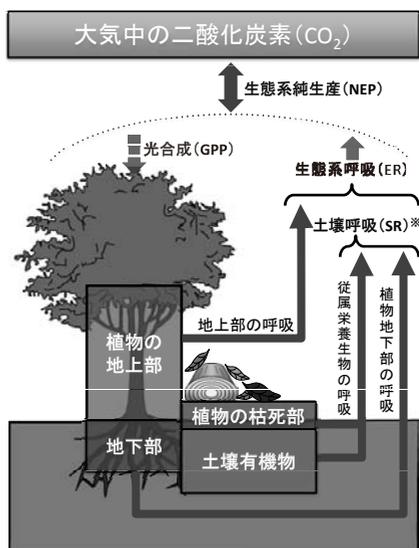


図1 森林生態系における炭素循環の概略図
図中の矢印は炭素(CO₂)の移動を、四角い箱は炭素の貯留(プール)を示す

い。最終的には落葉や落枝、あるいは枯死木といった“死んだ有機物”に形を変えて森林に存在する。植物は地下部にも存在することから、土壌中にも“死んだ有機物”が存在している。この“死んだ有機物”は、最終的には再びCO₂となり大気中に放出される。“死んだ有機物”は、土壌を生育の場とする土壌動物や微生物にとって貴重な資源であり、これらによって再びCO₂に戻される。これらの動物は従属栄養生物と呼ばれており、これらが有機物を分解して放出するCO₂を従属栄養生物の呼吸という。

ここで、改めてCO₂の流れと語句について整理しよう。光合成によって取り込まれる経路は一つ(GPP)であるのに対して、CO₂となって大気へ戻る経路は複数ある。大きく分けると、植物の地上部の呼吸とそれ以外のCO₂放出がある。後者の大部分は、植物の地下部の呼吸と土壌の従属栄養生物の呼吸である。これらの呼吸によるCO₂は、土壌表面から放出されるので土壌呼吸と呼ばれている。土壌呼吸と植物の地上部分の呼吸を合わせたものを生態系呼吸(Ecosystem Respiration, ER)と呼ぶ。ここで、ある森林生態系全体を巨大な透明容器に閉じ込めたとしよう(図1の破線のイメージ)。その場

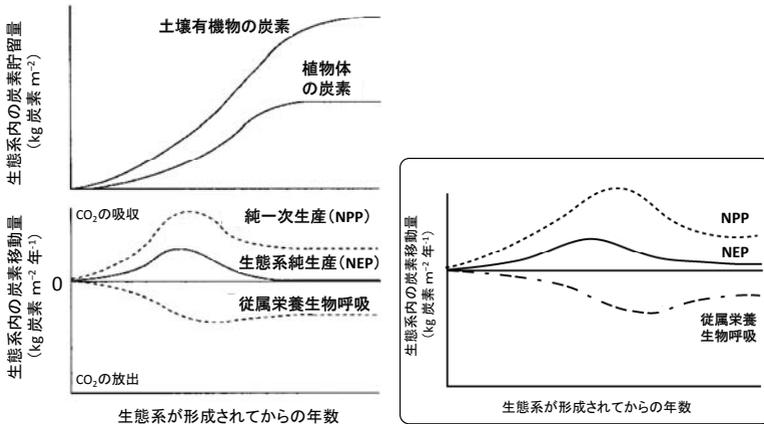


図2 生態系の炭素循環の時間変化

生態系が形成されてからの生態系内の炭素貯留量の変化(左上図)と炭素移動量の変化(左下図)の模式図(Chapin et al. 2002を一部改変)。火山噴火のような巨大な攪乱によって生態系が形成された後の生態系の炭素貯留量(左上)と炭素移動量(左下)の時間変化を示す。それぞれの右端付近が十分に成熟した状態の生態系、つまり成熟林と考えることができる。生態系としてのCO₂吸収能力を示すNEPは、時間経過とともに増加し、ある時にピークに達するように描かれている。右下の図は、同じ筆者らが2011年に発表した改訂版の炭素移動量の変化の模式図。この中では、生態系純生産(NEP)がゼロにならないことに留意してほしい

合、容器内の CO_2 が減少あるいは増加するかは、GPP と ER の大きさで決まり、この値を生態系純生産 (Net Ecosystem Production, NEP) という。NEP の値こそが生態系としての CO_2 吸収能力を示すものである。ここで、植物による生産に関する量をもう一つ紹介したい。それは、植物の成長量を示す純一次生産 (Net Primary Production, NPP) であり、これは GPP から植物の呼吸量を差し引いた値となる (図 2)。森林の CO_2 吸収能力を論じる際に NPP が用いられることは少なくないが、生態系全体で CO_2 吸収量を考える際には、NPP よりむしろ NEP で考えることが肝要である (図 1)。

2. 時間とともに変化する森林生態系の炭素循環

先述した炭素循環の結果として、多くの森林は GPP が ER よりも大きく、陸域生態系の中でも主要な炭素貯留の場となっている (Pan et al. 2011)。しかし、ある特徴を有する森林生態系は炭素吸収能力がない、つまり NEP \equiv ゼロと考えられている。その特徴とは、十分に成熟していることであり、成熟林や原生林を指す。この事実には驚かれる方がいるかもしれない。しかし、生態学や炭素循環の分野では、古くからそう考えられてきた (Odum 1969)。その理由は、森林の成熟とともに、樹木サイズが大きくなり、自身の呼吸と従属栄養生物の呼吸が大きくなり、最終的には光合成量 (GPP) とほぼ同じ量になるからである。つまり、成熟林では GPP と ER が釣り合う平衡状態、NEP=0 となると考えられてきた。成熟林の GPP がやがて低下していく理由はいくつか挙げられているが、主なものとして樹木自身の老化によって光合成に不可欠な水の導通性の低下や栄養塩類の供給量の減少が報告されている (VanCleve et al. 1991, Binkley et al. 2002)。これらをまとめた模式図が図 2 である。

これらの図は米国の著名な生態学者らによって 2002 年に発刊された専門書の初版にある図を一部改変したものである。一方図 2 の右下の図は、同じ著者らが 2011 年に出版した同専門書の第 2 版のものである。初版と同じように、NEP を含む炭素移動量の時間変化を描いているが、NEP について注意深く見てほしい。初版の図とは異なり、十分に時間が経過した成熟林でも NEP がゼロにならないように改訂されている。もちろんこれは書き誤りではない。初

版が発刊されてからの9年間の間に、成熟林での炭素循環に関する研究が進み、このような専門書の記載が書き換わるまでになったのである。その代表的なものとして、Sebastian Luyssaert らが2008年に有名な科学雑誌 Nature で発表した成熟林の炭素循環に関する研究がある。彼らは、世界中の森林生態系

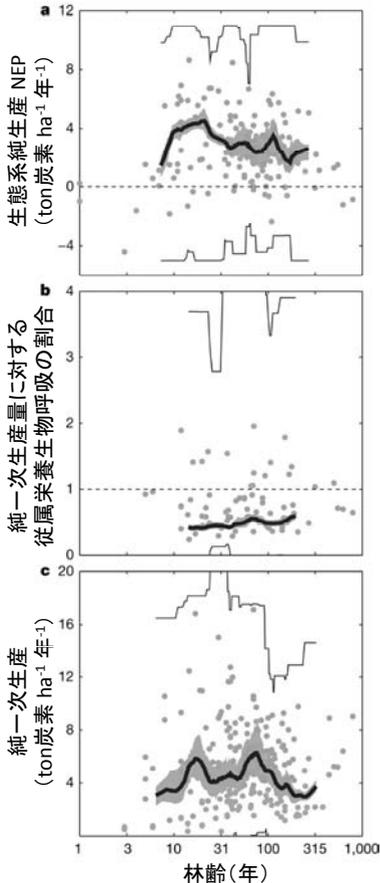


図3 林齢に応じて変化する森林生態系における炭素循環 (Luyssaert et al.2008 を一部改変)

林齢に伴う生態系純生産 (上図)、純一次生産に対する従属栄養生物の割合 (中図)、純一次生産 (下図)

の炭素循環に関する膨大なデータを用いて、林齢に伴う NEP 等の変化を再検証した。その結果、林齢が 800 年程度の成熟林でも NEP はゼロにならず、依然として高い CO_2 吸収能力を示すことを明らかにした (図 3)。彼らの試算によると、現在は CO_2 吸収能力がないとされている成熟林の NEP は、少なく見積もっても陸域生態系全体の CO_2 吸収量の 1 割程度になることを示唆している。彼らのこの報告は、まさに教科書を塗り替えるような発見であったといえよう。

彼らの研究成果を別の視点から考えてみたい。彼らの報告が事実であるならば、地球上の成熟林の NEP は、年間約 1Gt (G は 10 の 9 乗) と推定され、これは陸域全体の NEP の 1 割程度に相当することを意味する。現状では、これらの炭素吸収量はカウントされていないことから、どこか他の場所での CO_2 放出量が見過ごされている、あるいは他の生態系の NEP を過大評価していることを意味する。冒頭で触れたように、今日の地球温暖化の主因は、大気 CO_2 濃度の増加とされている。よって、我々が地球を持続的に利用で

きるかどうかは、大気 CO_2 濃度の監視・管理が不可欠である。そのために、様々な生態系の NEP を正確に推定することは喫緊の課題である。こういう意味でも、彼らの成熟林の炭素吸収能力の再評価に関する研究は非常に重要である。

3. 成熟林の NEP がゼロにならない仕組み

2006 年頃から、私も共同研究者らと一緒に森林の炭素循環に関する研究、特に林齢に伴う炭素循環の時間変化に焦点を当てた研究に着手した。一方で、成熟林の NEP がゼロになるという通説には疑問を抱いておらず、Luyssaert ら (2008) の成果は私にとっても衝撃的であった。と同時に、成熟林の NEP がゼロにならない仕組みを明らかにしたいと強く思うようになった。というのも、依然として成熟林の NEP がゼロにならない仕組みが解明されていないからである。

ここで再度、なぜ成熟林の NEP はゼロになると考えられていたのか、振り返ってみたい。森林が成熟するにつれて、樹木は巨大になり老齢化していく。巨大化した樹木は、身に付けている葉の分だけ光合成をすることができるが、それには限りがある。一方で、巨大化した樹木自身の呼吸やその生態系に生育する従属栄養生物の呼吸が大きくなり、それらが釣り合う NEP がゼロになるという理屈である。これまでの多くの先行研究によると、樹木が成熟するにつれて光合成による CO_2 吸収量に、呼吸などによる CO_2 放出量が近づくことは、ほぼ間違いないようだ (只木ら 1988, Ryan et al. 1997)。それは、際限なく巨大化し続ける樹木が存在しないことから事実と考えて良い。とすると、なぜ成熟林の NEP はゼロにならないのだろうか。

私は、この問いを解く鍵は成熟林の更新の仕組みにあると考えている。森林は

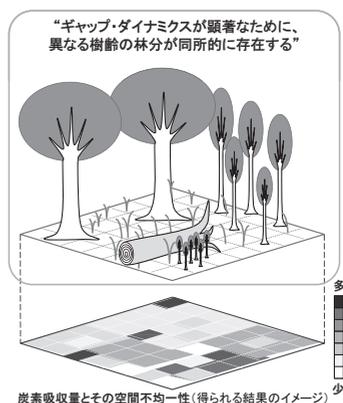


図4 成熟林の林分構造と炭素吸収量の模式図

成熟林内には、若い樹木から成熟した樹木までさまざまな林齢の林分が存在する

時間の経過とともに、明るいところを好むマツのような樹木（陽樹）の森林から、徐々に暗いところでも生育可能なシイ・カシのような樹木（陰樹）の森林へと移り変わる。これを遷移というが、遷移の最終形を成熟林（極相）という。古くは、ひとたび成熟林に達すると、成熟林はずっと成熟林のままであり、巨大化、老齢化した樹木のための静的な生態系であるとされてきた。しかし、遷移の研究が進むにつれて、実際の成熟林は、非常に動的な生態系であることが明らかになってきた。具体的には、実際の成熟林では、老齢化した樹木が、病虫害や積雪等の影響を受けて倒れることがある。そのような場所をギャップという。ギャップの林床は、そうでない林床に比べて明るくなり、成熟林内ではあるものの、陽樹などが生育できるような環境となる。そこでは、遷移の初期にみられるような植物や成熟した植物の実生がみられるなど、若い林が形成される。実際の成熟林は、こういったギャップに依存しつつ更新されていることが明らかになっており、これをギャップ・ダイナミクスという。別の言い方をすると、実際の成熟林は、生まれたて（実生）の林、若い林、そして老齢な林が同所的に存在しているのである。

このように、多様な林齢の林が同所的に存在するという成熟林特有の構造が成熟林の NEP がゼロにならない要因となっている—これが私の仮説である。具体的には、図 4 にあるように、成熟林といえども細かく見ると、様々な世代の樹木が同所的に存在することから、場所によって炭素循環が大きく異なるのではないか、その集合体としての成熟林の NEP はゼロにならない、といった仮説である。

4. カヤノ平ブナ成熟林の炭素吸収能力

この仮説を検証するべく、私は、長野県木島平村のカヤノ平に広がるブナ成熟林で調査を行っている。このブナ成熟林には、信州大学教育学部の井田秀行氏によって設置された長期モニタリング用の固定調査区（100m × 100m）がある（図 5）。この調査区は、環境省「モニタリングサイト 1000」のコアサイトとしても登録されており、2005 年から毎年、植生概況調査だけでなく、徘徊性昆虫や鳥類等の調査が行われている。このカヤノ平ブナ林は、冷温帯の主な極相種であるブナが優占する成熟林（ブナの樹齢 300 ～

500 齢、廣田ら未発表データ) である。私は前述の仮説を検証するため、この固定調査区を 100 個の小プロット (10m × 10m) に分けて、小プロットごとに炭素移動量や炭素蓄積量を定量化することで対象地域全体の炭素循環を推定することにした (図 5)。2012 年に開始した本研究は現在も継続中であり、ここでは、炭素循環の中でも土壌呼吸の結果を紹介したい。

土壌呼吸は、生態系全体の CO₂ 放出量 (ER) の約半分程度を占める主要な炭素移動の経路となっているだけでなく (Davidson et al. 2002)、生態系の NPP と正の相関関係にある (Raich & Schlesinger 1992)。従って土壌呼吸が小プロット間で大きく異なるのであれば、ER や GPP といった生態系の CO₂ 吸収能力を決定する炭素移動量も小プロット間で異なることを示唆する。多点で同時に土壌呼吸を測定するために、アルカリ性薬剤を用いた簡便なアルカリソーダ法 (木部 & 鞠子 2004) を用いた。土壌呼吸量の空間変動要因を推定するため、土壌呼吸量の測定とともに、各地点の土壌温度、土壌水分、それに林冠の開空度を調べた。林冠とは森林の上層を覆っている枝葉の部分を指し、林冠の開空度は、その枝葉によって空がどれくらい覆われているかを示す。開空度が 100% と言えば枝葉が一つもない状況であり、こういった値となる場所は、巨木が倒れることで形成されるギャップと言える。

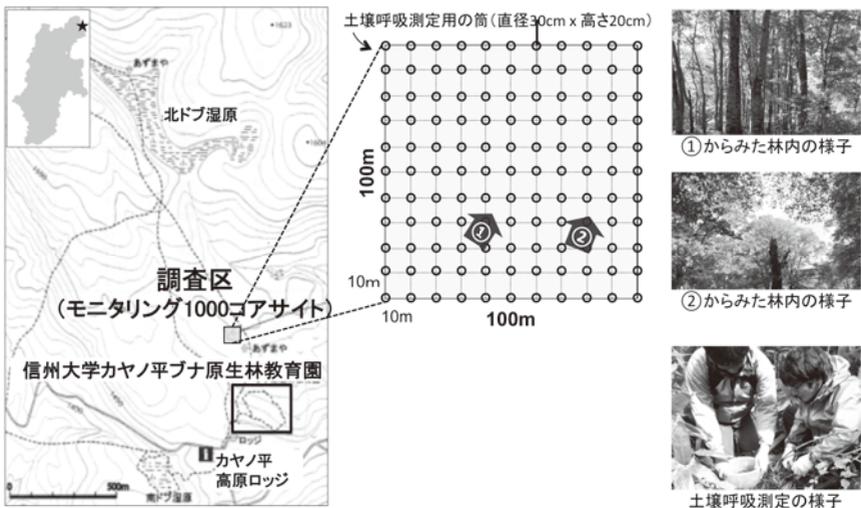


図 5 調査地のカヤノ平ブナ成熟林の位置と林内の様子

5. ブナ成熟林の土壌呼吸の空間不均一性の要因

カヤノ平ブナ成熟林の固定調査区における土壌呼吸量、その時の土壌温度、土壌水分、開空度を図6に示す。まず、土壌呼吸量は小プロットごとに大き

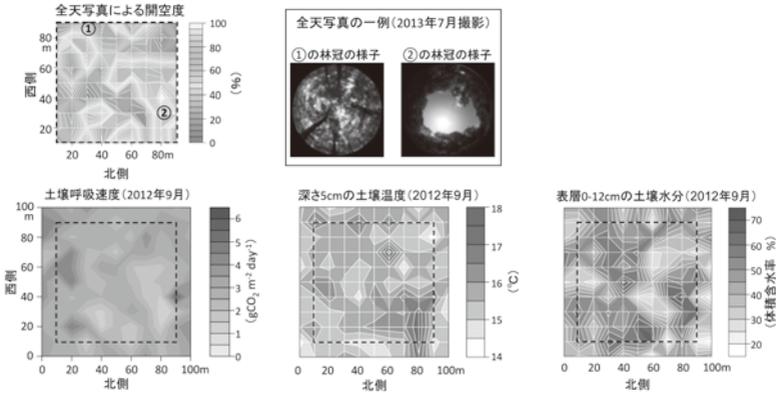


図6 土壌呼吸速度、土壌温度、土壌水分、および開空度の空間不均一性（西村ら、投稿準備中）

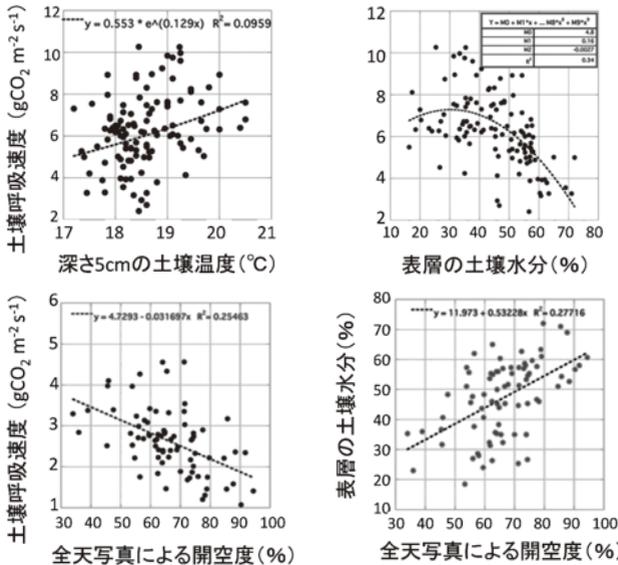


図7 土壌呼吸速度と環境要因の関係、および開空度と土壌水分の関係（西村ら、投稿準備中）

く異なっており、その値の変動の大きさ（変動係数）は、長野県の同様の気候条件にある二次林、アカマツ林やミズナラ林よりも大きいことが分かった。小プロット間での環境要因の違いも大きく、特に土壌水分は、約20%から70%までみられ、開空度も約35%から95%までと大きく異なっていた。興味深いことに、小プロットごとの土壌呼吸量は、土壌水分と開空度と有意な相関が見られた（図7）。土壌水分と開空度が高くなるにつれて、土壌呼吸速度は低下する傾向が見られた。さらに興味深いことに、開空度が高くなるにつれて、土壌水分が増加する傾向も明らかとなった。これは、つまりギャップ等で林冠が開けてくるにつれて、土壌水分が高くなることを意味している。これらを合わせて考えると、成熟林に特有の林分構造によって、場所による土壌水分の違いが大きく、その結果、土壌呼吸も場所による違いが大きくなったのではないかと考えている。

カヤノブナ成熟林の土壌呼吸の空間不均一性は大きく、それには成熟林に特有な植生構造が関与していた。これがここまでの結果で言えることである。これ以外にも測定すべき様々な炭素の移動があり、それらを評価しないと成熟林生態系のNEPは評価できない。しかし、成熟林の炭素吸収能力は、同一林分内でも大きく異なる可能性が高く、それが成熟林生態系のNEPに関わることは間違いなさそうだ。今後は小プロットごとのGPPも合わせて定量化し、成熟林全体のNEPの再評価を行うとともに、その要因解明に挑む予定である。

6. 気候変動下での森林生態系の炭素吸収能力

森林の炭素循環が時間的に変化することや、成熟林の炭素循環が解明していない現状に驚かれた方もいるかもしれない。今回述べなかったが、炭素循環や炭素吸収能力は、温度等の環境要因によっても変化する。例えば、今日の温暖化の主因とされるCO₂濃度の上昇は光合成を促進する。しかしながら、その効果が持続しないといった報告もあり、環境要因が森林生態系の炭素吸収能力にどのような影響を及ぼすか、ということについても未解明な部分も多くある。CO₂吸収機能を有する森林を持続的かつ効果的に利用していくことは今後の課題であり、そのためには、様々な森林生態系の炭素循環と炭素

吸収能力に関する更なる研究が必要である。

〔引用文献〕

- Bekku, Y., Koizumi, H., Oikawa, T., Iwaki, H. (1997) Examination of four methods for measuring soil respiration. *Applied Soil Ecology*, 5, 247-254.
- Binkley, D., Stape, J.L., Ryan, M.G., Barnard, H., Fownes, J. (2002) Age-related decline in forest ecosystem growth: an individual-tree, stand-structure hypothesis. *Ecosystems* 5, 58-67.
- Chapin, F.S., III, Matson P.A., Mooney, H.A. (2002) Principles of terrestrial ecosystem ecology. First edition, Springer-Verlag, New York. 436 p.
- Chapin, F.S., III, Matson P.A., Vitousek, P.M. (2011) Principles of terrestrial ecosystem ecology. Second edition, Springer-Verlag, New York. 529 p.
- Davidson, E.A., Savage, K., Bolstad, P., Clark, D.A., Curtis, P.S., Ellsworth, D.S., Hanson, P.J., Law, B. E., Luo, Y., Pregitzer, K.S., Randolph, J.C., Zak, D. (2002) Belowground carbon allocation in forests estimated from litterfall and IRGA-based soil respiration measurements. *Agricultural and Forest Meteorology*, 113, Issues 1-4, 21-37.
- Luysaert, S., Schulze, E., Borner, A., Knohl, A., Hessenmoller, D., Law, B., Grace, J. (2008). Old-growth forests as global carbon sinks. *Nature*, 455, 213-215.
- Odum, E.P. (1969). The strategy of ecosystem development. *Science* 164, 262-270.
- Pan, Y., Birdsey, R.A., Fang, J., Houghton, R., Kauppi, P.E., Kurz, W.A., Phillips, O.L., Shvidenko, A., Lewis, S.L., Canadell, J.G., Ciais, P., Jackson, R.B., Pacala, S.W., McGuire, A.D., Piao, S., Rautiainen, A., Sitch, S. and Hayes, D. (2011) A large and persistent carbon sink in the world's forests. *Science* 333: 988-993.
- Pregitzer, K.S. & Euskirchen, E.S. (2004). Carbon cycling and storage in world forests: biome patterns related to forest age. *Global Change Biology*, 10, 2052-2077.
- Raich, J.W. & Schlesinger, W. H. (1992) The global carbon dioxide flux in soil respiration and its relationship to vegetation and climate. *Tellus B*, 44: 81-99.
- Ryan, M.G., D. Binkley, and J.H. Fownes (1997), Age-related decline in forest productivity: Pattern and process, *Advances in Ecological Research*, 27, 213-262.
- Van Cleve, K., Chapin, F. S., III, Dyrness, C. T., and Viereck, L. A. (1991) Element cycling in taiga forests: State-factor control. *BioScience* 41, 78-88.
- Zhou, G., Liu, S., Li, Z., Zhang, D., Tang, X., Zhou, C, Mo, J. (2006). Old-growth forests can accumulate carbon in soils. *Science*, 314, 1417.
- 木部剛、鞠子茂 (2004) 土壌呼吸の測定と炭素循環. *地球環境*, 9 (2), 203-212.
- 只木良也、依田修二、浅井聡司 (1988) ブナ壮齢林および老齢林における炭素循環. *信州大学理学部紀要*, 23:7-20.
- 平成 25 年版 森林・林業白書 (2013) 全国林業改良普及協会

雪国の古民家にみる森と人の関わり

ブナの柱が物語ること

信州大学教育学部准教授 井田 秀行

修復を重ね何世代も使い継がれてきた古民家の有り様^{よう}は、森の世代交代に通ずる。長野県飯山市で十数年前、築後300年近く経つという古民家の解体現場に初めて立ち会ったとき、そう直感した。なぜなら自然の森も、部分的な破壊と再生を脈々と繰り返しながら維持されてきたからである。移築のために解体された木材の骨組みは、そのほとんどが再利用できるという。太い建材の多くがブナであることを棟梁から聞いて驚いた。「雪国のこの地域では裏山に生えるブナが雪に強いから」と昔の大工は柱や梁^{はり}に使ったらしい。今の建築の常識からすればブナは建材に不向きとされるが、数メートルもの積雪に耐え抜くブナを、堅牢さが求められる豪雪地の家屋に用いることは、じつに理にかなっている。私は、こうした伝統的知識が世間に知られず埋もれてしまうのはもったいないと感じた。

1. なぜ、古民家を調べるのか？

ブナが使われた古民家との出会いは思いがけないものだった。もっとも、ブナを用いた建築については、地理学者の市川健夫先生が提唱されたブナ帯文化論に関する文献（例えば、市川1987）で知ってはいた。それが限られた事例にすぎず、私が住む長野県北部にもあるとは想定していなかったからである。もしかしたら雪国では、少なくとも江戸時代から、その地で優勢となるブナを民家に使用していたのではないか？という疑問が沸いた。

古民家は里山景観（いわゆる農村風景）の重要な構成要素と言える。なぜ

なら、そのほぼ全てが木・草・土・石といった身近な資源でつくられ、それら資源を生み出す周りの風土もまた建築様式に反映されているからである。近年は生態学や林学でも里山景観の保全に関する研究は珍しくなくなったが、民家にまで着目したものはほとんどない。私は、古民家を調べれば、里山資源の伝統的利用形態を復元できるのではないかと考えた。

こうした伝統的知識が、今の資本主義経済において極めて非効率的であることは否めない。だが、それらを次世代に伝承することが里山をいずれ再利用する際の“備え”となれば決して無駄ではない。心情的には古民家を次世代まで残してほしいが、かといって、広く世間にそれを求めるのは非現実的である。願わくは、風土に応じた自然資源の持続利用のノウハウを、古民家の姿を通じて多くの人、とりわけ子どもたちに知ってほしい。

極論を言えば、現在懸念されている地球温暖化によって変わるかもしれない森林植生を今後も適切に利用し続けるうえで、縄文時代以降 20 世紀半ばまで 2000 年以上にわたって続いてきた“森に依存した人の暮らしの歴史”に勝る手本はないと思う。その歴史を伝える有形遺産の一つが古民家である。私は、里山と古民家の関係を明らかにするための調査を 2005 年に開始した。

2. ブナを用いた古民家

どこか懐かしい日本の原風景と呼ばれるような場所に、ブナを用いた古民家はたつ。辺りは一見すれば日本全国どこにでもある農村集落だが、大き



写真 1 長野県飯山市柄山集落

く違うのは日本有数、いや世界有数の豪雪地帯に属するという点である。長野県の最北部に位置する飯山市^{からやま}柄山集落（標高約 500m）は最深 4～5m 前後の雪が積もる（写真 1）。十数軒ある家屋のうち大半が昔ながらの茅葺き^{かやぶ}屋根（現在は茅にトタン^{かぶ}が被せてある）をもつ古民家である。例に漏れず過疎化は進行

し、調査開始以降も何棟かが空き家となっている。

雪国の集落は、道や屋根の除雪を協力し合うためなのか隣家同士が意外に近い。2005年当時、信州大学教育学部4年生だった後藤彩さんの卒業研究でこれら民家の裏山の植生構造を調べたところ、コナラ・ミズナラの雑木林にスギ林といった典型的な里山の植生に加え、ブナ林もそこに成立していたことが明らかとなった（井田ほか 2010）（写真2）。このような里山ブナ林の存在は、本州日本海側の豪雪地帯の特徴でもある。

じつを言えば、この時点で当集落の古民家の材にブナが使われているという情報はヒアリングのみの情報であって、まだ実証はしていなかった。そもそも古民家の調査には、森林で毎木調査（樹木ごとに高さや太さを測定する調査）を実施するのと同じように、部材の採寸をしたり図面を作成したりする実測調査が不可欠である。森のデータは揃えられても建築学的なスキルを持ち合わせていない私には、ただ民家を眺めることしかできない。運が巡ってきたのは2006年、飯山市で文化遺産と森に関するシンポジウムにパネリストとして出席したときだった。同席していた土本俊和先生（信州大学工学部）のご専門が建築史ということで、ブナの民家の話をしたところ大変興味を持ってくださり、すぐに共同研究を開始しようという話にまとまったのである。間もなく土本先生の研究室



写真2 裏山のブナ林とスギ林

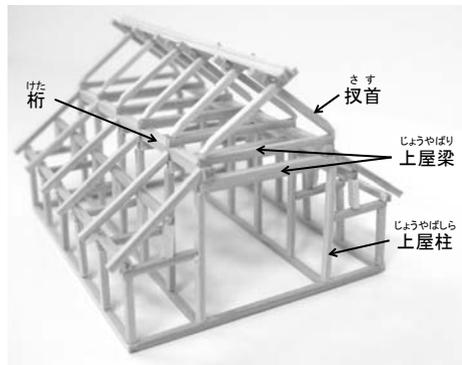
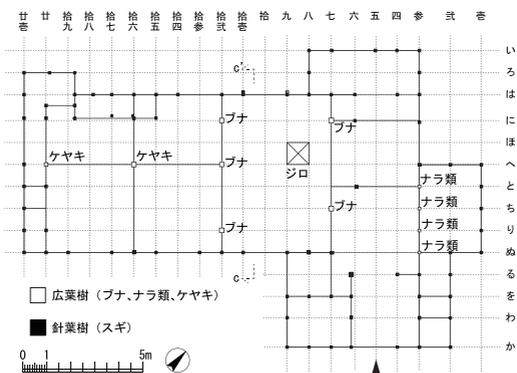


写真3 伝統木造民家の構造材の名称
（製作・撮影：仲摩裕加、津田朱紗美）

所属の当時、信州大学大学院理工学系研究科の修士2年の池田千加さんと同修士1年の庄司貴弘さんらと共に柄山集落の民家の調査を開始した。2棟の実測調査を土本研究室のメンバー総出で行い、同時に部材ごとに樹種を同定するためノコギリとノミを使ってサイコロ大の木片サンプルを採取した。うち1棟は空き家となり今後も使われないということで所有者の許可を得て、全構造材の96%にあたる302部材からサンプルを採取した（庄司ほか2010）。もう1棟は居住中だったため目立つ場所を除く部材に限定し、採取したサンプル数は全構造材の64%にあたる121部材となった（庄司ほか 未

柱割り図



断面図

(上図のc-c' 断面)

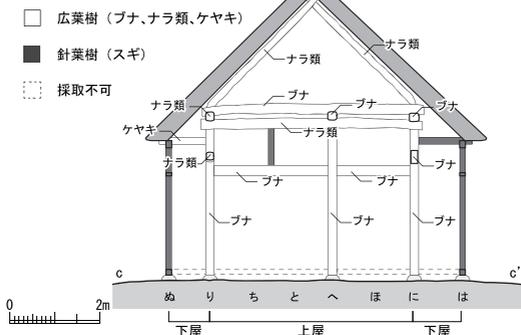


図1 飯山市柄山の古民家（H・Y 家住宅）の使用樹種（庄司ほか 2010, より転載）

発表)。古材の樹種を正確に同定するには木材を組織レベルで観察する必要がある。この方法は主に考古学で埋蔵木造製品の樹種同定に利用され(島地・伊東 1988)、古民家へも応用できることから(例えば、中尾・布谷 2011)、私たちもそれを用いた(仲摩ほか 2014)。2014 年には、同修士 1 年の仲摩裕加さんと信州大学工学部 4 年生の津田朱紗美さんらと共に、さらに 2 棟の実測調査とサンプル採取を柄山集落で行い、樹種の同定作業を進めている。なお、これらの調査は、私と土本先生、建築史がご専門の梅干野成央先生(信州大学工学部)の 3 研究室の共同研究の一部であり、科研費(JSPS No.25340107)の助成を受け、実施している。

飯山市柄山集落における十数軒中 4 棟の古民家の構造材の樹種を同定した結果、ブナ・ナラ(コナラないしミズナラ)・スギが共通して多用されていることが明らかとなった(庄司ほか 2010; 仲摩ほか 未発表)。民家の建築年代は明確ではないが、間取りの特徴などから百数十年~二百年前にたてられたと推定される。ブナは主に上屋柱・上屋梁・桁・椽首といった、上方からの圧力すなわち雪の荷重に対して強度を要する部分に使用されていた(図 1、写真 3)。この特徴から、木材の性質をよく理解した合理的な樹種の使い分けがなされていた可能性が高く、民家がたてられた当時も周辺には現在と同様にブナ林が成立し、用材はそこから調達されていたものと推察した。

3. ブナを使ったわけ

狂いが出やすいとか腐りやすいといった理由でブナは扱わずらく建築材に不向きとされるのが今の通説である。漢字の“樫”^{ぶな}のつくりである“無”からブナは「木でない木」、すなわち使えない木とも言われる。しかし“無”には「豊かに茂るさま」との意味もあるという(上村 2001)。似た漢字の“撫”にも「手でない」という否定的な意味はないと思われるので、そのことが知られていないのは残念である。

日本海側の豪雪地帯のいわゆる雪国では、積雪が 7~8m に達するような奥山であってもブナの立派な純林が成立する(写真 4)。これは、ブナが豪雪に適応した性質を有し、他の樹種よりも雪への耐性が高いことによる(Homma 1997)。スギやナラも雪に強い方だがブナには及ばない。このた

め雪国では集落近くの里山でもブナ林が成立できる。

そのような雪国の古民家では、積雪の圧力により根元がJ字状に曲がったブナの木も違和感なく民家にあてがわれていた(写真5・6)。これは、雪の重さに耐え抜いて成長した樹木が民家の部材となっても豪雪に耐えうる力を発揮できる、という“適材適所”の教えを暗に伝えている。またブナが優勢となる雪国だけに、それを使わざるを得なかった当時の事情も反映する。幾世代も風雪に耐え、使い継がれてきた古民家は、こうした厳しい自然と人の関わりを物語る。



写真4 残雪のブナ純林
(5月下旬の飯山市鍋倉山)



写真5 曲がったブナも使われた上屋梁
(飯山市上桑名川)



写真6 積雪で根元が曲がったブナ(飯山市柄山)

4. ブナの里山の手入れ

日本の雪国のうち特に東北から北陸にかけての一带は、人の定住地域として恐らく世界一の豪雪地である。制約の多い雪国での定住を可能にしたのは、豪雪に耐える豊かなブナ林が近くにあったためと私は考える。雪融け水を蓄え、田畑を潤す水源として、薪炭や用材の調達先として、ときに信仰の対象として精神面においてもブナ林は重要な役割を果たし続けて今に至る（写真7）。当然そこでは、木材資源を持続利用するための植生管理（手入れ）がなされていた。ブナを用いた適材適所の建築技術もさることながら、こうした伝統的な森との付き合い方に学ぶことは多い。

古民家を調べた柄山集落の里山を踏査すると、管理放棄後30年以上経過していたにもかかわらず、豪雪環境が森林の発達を遅らせていたことが幸いし、過去の森林利用の様子を伺い知ることができた（井田ほか2010）。大径・中径・小径と成長段階の異なるブナの木々がまとまりをもって小さな林を成し、それぞれがパッチワーク状に混在する様子は、小面積の周期的（20～30年間隔）な伐採と更新によって維持されてきた里山であることを示唆する（図2、写真8）。興味深いのは、次ようなブナの持続利用をめぐる伝統的知識である。

調査した里山では、全域にブナの大径木が数十メートル間隔で点在していた。これらは、数年おきに訪れる豊作年に大量の種子を周囲に散布する“母樹”として意図的に残された可能性がある。実際に“母樹”は、豊作年の翌春、周りに多数の芽生えを出現させる。私の観察では、こうして里山に現れた芽生えの生存率は高く、長野県北部の



写真7 山から伐り出したブナの木を御神木とする長野県野沢温泉村の道祖神祭り



写真 8 手前と奥の林で伐採後の年数が異なるブナの里山林 (飯山市柄山)

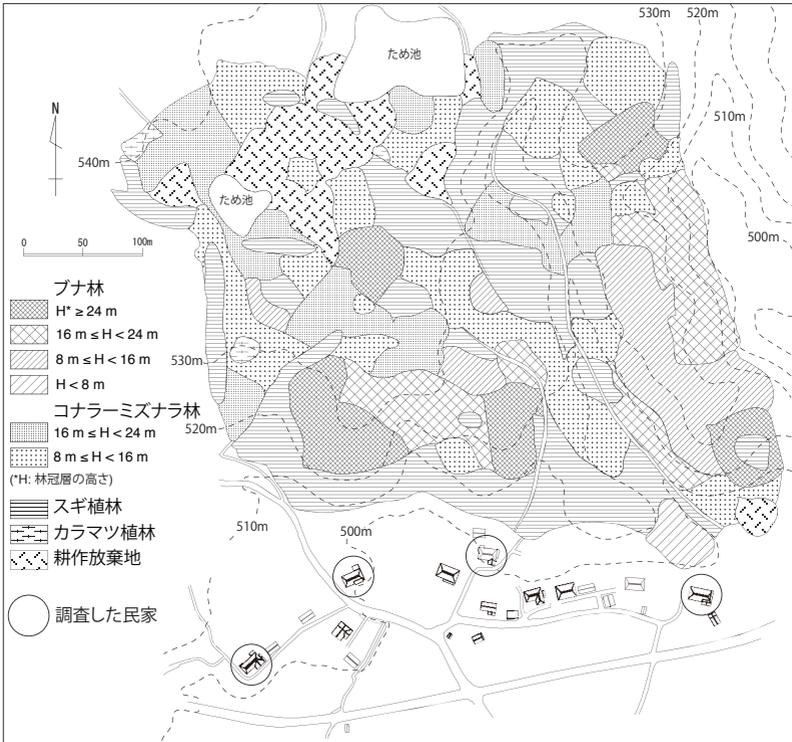


図 2 飯山市柄山の里山林の現存植生図 (2005 年) と調査した古民家の位置 (井田ほか 2010、より転載、一部改変)

ブナ極相林（いわゆる原生林）と比較すると、要因は未解明だが、里山の方が極相林よりも2年後の生存率が数十倍も高くなっていた（井田 未発表）。

ブナの移植もまた、少なくとも約100年前までは行われていた。当集落の住民だった故H・Kさんが生前に記した回顧録（1999年、当時92歳）によると、高さ1m位になったブナの幼木を掘り起こして移植し、その後、間伐した木は炭焼きに使い、残りが現在、立派なブナの林になったという。

木材の乾燥技術についても雪国特有のものがあつた（飯山市土建産業労働組合1979）。水中乾燥と呼ばれる特殊な天然乾燥法である（松本1941）。調査地を含めた東日本の雪国では、雪を融かすために民家の周囲に、沢水を引き込んだ“タネ”（写真9）と呼ばれる溜め池が掘られていることがある（中山2009）。そこにブナやナラの丸太を数年間浸し、アク抜きをしてから乾燥させ、用材として使用していた。

なお、“タネ”は多様な生き物の住処（ハビタット）としても一翼を担う。オニヤンマなどのトンボ類の例を挙げると、そこは産卵・^{ふか}孵化・幼虫（ヤゴ）の成長の場となり“タネ”に隣接する民家の壁は羽化の場となる（写真10）。その壁は雪国の様式で、土壁の上にスギの下見板を張ったものであり、ちょうどヤゴがつかまり羽化するのに適している（池田・井田2008）。実際の観察でも、毎年10～20頭のヤゴの抜け殻が下見板には残るのに、隣に張った新建材（トタン板）の壁では滑るのか抜け殻が残ったためしはない。



写真9 沢水を引いた融雪池「タネ」
（飯山市柄山）



写真10 ヤゴの抜け殻
（飯山市五束）

5. 伝統的知識をどう活かすか

以上に述べたように古民家は、風土に合わせ、その土地に立地するうえでもっとも理にかなう姿となった。周りの自然環境に適応して生み出された木造家屋は、さながら生き物のようであり、本書のテーマである“変動する気候および森林への社会の適応”という意味においては皮肉にも、理想的な人工建造物と言える。

だが、古民家は正直言って、寒い。夏は風通しが良いのでエアコンなしでも耐えられるが、今以上に暑い日が増えればそうはいかない。ネズミが出るのは当たり前で、コウモリやヘビが屋根裏に棲み、床下にはアナグマやタヌキが潜り込む。ムカデ、カメムシなどが部屋に出るのも虫嫌いの人にとっては耐えがたい環境でしかない。この状況を生物多様性が豊かだと呑気に言っているのは、よっぽどの物好きである。

重要なのは、古民家での暮らしを推奨することではなく、古民家を取り巻く風土や人の営みを通じて、森との関わり方を改めて認識することである。先人たちは、木々の特性を見極め、それを用材として持続的に利用するために、裏山の森林の状況に応じて適度な手入れを施してきた。要するに、そこから辺りにあるもので何十年、何百年もの間やりくりしてきたのである。こうして森と人の世代交代はほどよく調和していた。これを見習えば、もし温暖化で森の樹種が変わっても、木材利用は持続できるかもしれない。もっとも、これは農村集落のローカルなケースにすぎず、木材利用という一つの側面でしか捉えていない。しかも里山を維持するための手入れは重労働であるうえ、少なくとも数十年先を見据えなくてはならないので効率も悪い。しかしそれでも、基盤となるローカルな部分の自然の成り行きさえないがしろにしなければ、日々進化を続ける林業技術とか情報通信技術といった現代の英知を適度に盛り込むことで、こうした課題は克服できるのではないかと私は思う。

仮に、温暖化によって積雪量が減るという前提に立てば、雪国に住む者にとってそれはむしろ有難いことである。しかし、本当の豪雪の厳しさを知る人たちはじつに謙虚で、「雪が少なくなれば楽しらせてもらえて有難いが、毎年普通に降ってくれねえと夏の水が心配だ」と言う。雪が減れば水も減り、

森も田んぼもダメになってしまうからである。自然があって、さらに先人たちの命がけの努力と苦勞があって今の暮らしが成り立っている、ということをおたちは何気ない言葉に教わる。

伝統的知識をどう活かすか。その理想を挙げることができても実現は難しい。ただ、伝統的知識を埋もれさせず後世に活かせるよう受け継ぐことならば不可能ではない。私は今さら大工にはなれないので、せめて、ここに挙げたような研究成果を学生たちと共に地道に伝え続けていきたい。

〔引用文献〕

- Homma K. (1997) Effects of snow pressure on growth form and life history of tree species in Japanese beech forest *Journal of Vegetation Science* 8: 781-788
- 市川健夫 (1987) プナ帯と日本人 講談社現代新書
- 井田秀行、庄司貴弘、後藤彰、池田千加、土本俊和 (2010) 豪雪地帯における伝統的民家と里山林の構成樹種にみられる対応関係 *日本森林学会誌* 92:139-144
- 飯山市土建産業労働組合編 (1979) 職人がつづる職人誌—奥信濃の民家と職人 銀河書房
- 池田千加、井田秀行 (2008) 里山と民家 棟柱：信州伝統的建造物保存技術研究会調査報告 10:37-44
- 上村武 (2001) 木と日本人—木の系譜と生かし方 学芸出版社
- 松本文三 (1941) 木材乾燥法 産業圖書
- 仲摩裕加、土本俊和、梅干野成央、井田秀行 (2014) 伝統的木造民家の構成樹種の同定方法 *信州大学教育学部附属志賀自然教育研究施設研究業績* 51:17-20
- 中尾七重、布谷知夫 (2011) 民家は何の木でできているか *川崎市立日本民家園*
- 中山絵美子 (2009) 多雪環境に生きる—融雪池「タネ」を活用した雪国の暮らし *地理* 54:54-63
- 島地謙、伊東隆夫 (1988) 日本の遺跡出土木製品総覧 雄山閣出版
- 庄司貴弘、井田秀行、土本俊和、梅干野成央 (2010) 豪雪地帯における民家の形態とその構成樹種—長野県飯山市柄山の農家の事例 *日本建築学会技術報告集* 16:387-392

自治体の施策に適応策を組み込むには

埼玉県環境科学国際センター 温暖化対策担当 担当部長 嶋田 知英

1. はじめに

温暖化適応策という言葉がメディアで取り上げられるようになったのは決して古い話ではない。2007年にIPCC第4次評価報告書が発行されると、新聞記事の中にも温暖化に関連し「適応策」という言葉が見られるようになるが、その頻度は少なく新聞記事データベースの検索結果を見ても「温暖化」の200分の1以下にすぎない。その後もメディアへの露出は増えず、2012年まではむしろ減少している。このように、温暖化適応策は、言葉としても広く知られているとは言えず、ましてや、多くの人に理解されているとはとても言えない状況が続いている。しかし、一方で、温暖化対策や政策に関わる専門家の間では、適応策に対する関心や期待は高まってきた。これは、先進国を中心に温室効果ガス排出量の削減努力は行われているが、世界的に見れば温室効果ガス濃度は今も上昇しており、今後、削減対策を強力に進めたとしても気温上昇は避けられず、影響も顕在化すると考えられているからだ。

このような状況の中、数年前から国内の自治体でも適応策の検討が少しずつ始まった。現在、私が所属している埼玉県環境科学国際センターでは、環境省の適応策研究プロジェクト（環境省環境研究総合推進費 S-8 温暖化影響評価・適応政策に関する総合的研究）に参加し、地域における適応策の検討に取り組んでいる。ここでは、そこでの取り組みも踏まえ、埼玉県の温暖化実態や対策、自治体の施策に適応策を組み込むにはどのような課題があるのかについて述べてみたい。

2. 埼玉県でも顕在化している高温の影響

かつて、温暖化影響といえば、南太平洋の低海拔島嶼^{とうしょ}での高潮被害の拡大や、北極海の海氷減少など、日本からは遠く離れた場所での出来事だと捉えられがちだった。しかし、近年、状況は変わりつつある。温暖化影響が現実のものとして日本、埼玉、そして個人の生活にも表れ始めている。

埼玉県は全国的にも気温の高い場所として知られている。2007年には熊谷地方気象台で最高気温 40.9℃を記録し、日本の日最高気温を 74 年ぶりに塗り替えたが、このような高温現象は近年珍しくなくなりつつある。長期的なトレンドを見ても埼玉県の気温上昇は明らかだ。熊谷地方気象台の年平均気温は 1897 年から 2013 年までに 100 年換算で 2.0℃上昇している（図 1）。また、最近の気温上昇は殊に激しい。1980 年から 2013 年の上昇率は 100 年に換算して 5.2℃に達している。これは IPCC 第 5 次評価報告書に示された今世紀末の最大気温上昇予測 4.8℃と同等だ。もちろん、このような埼玉県の急激な気温上昇の原因は、温暖化だけではない。都市化の進行によるヒートアイランド現象の影響も大きいと考えられる。ともあれ、実態として気温は上昇し、影響も出始めている。

2010 年には、埼玉県の農作物に大きな高温被害が発生した。県内で栽培されている水稲で米粒が白くなる白未熟粒が多発した。特に埼玉県が育成

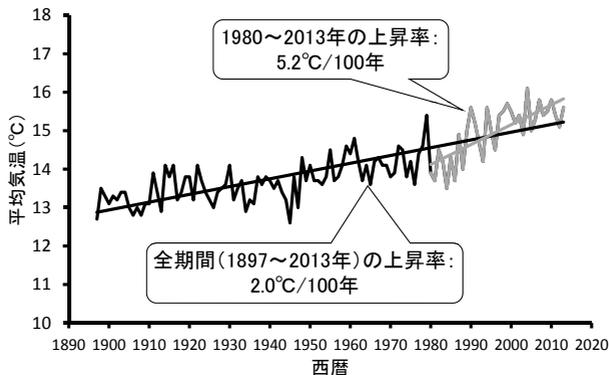


図 1 熊谷地方気象台の年平均気温の推移

した主力品種である「彩のかがやき」で大きな被害が発生し、例年95%以上を維持していた一等米比率が1%以下となり経済的にも大きなダメージを被った。

野生生物にも変化が起きている。特に顕著なのが南方系生物の埼玉県への侵入・定着だ。主に西日本に生息していたムラサキツバメやツマグロヒョウモン、ナガサキアゲハといったチョウが2000年前後に埼玉県に侵入し定着している。今ではいずれの種も県内で普通に見られるチョウになってしまった。特にツマグロヒョウモンの幼虫は、スミレ科の植物を餌とするため、園芸用のスミレであるパンジーやビオラといった植物を食害し害虫化している。また、埼玉県最西部の長野県、山梨県、東京都との県境には標高2000mを超える奥秩父山地が広がっているが、近年この亜高山帯地域にもニホンジカが進出し、シラビソなど木本に対する樹皮剥ぎや、様々な草本類への食害が発生し、自然植生に深刻な被害を与えている。

このような現象と温暖化との関係を直接示すことは難しいが、気温上昇による影響は確実に増すと考えられる。

3. 温暖化対策としての緩和策と適応策

温暖化対策には大きく二つの方法がある。一つは、温暖化の原因である温室効果ガスの濃度を下げる「緩和策」だ。緩和策は、気温上昇を直接抑えることで全ての温暖化影響を緩和する根本対策となる。私たちが最も力を入れて取り組まなくてはならない温暖化対策は緩和策であることに間違いない。しかし、IPCCは、様々な対策をもってしても地球温暖化を完全に抑えることは難しく、ある程度の気温上昇は避けられないとしている。そこで必要となるのが、温暖化の影響をできる限り小さくするための対策である「適応策」だ。

緩和策のターゲットが化石燃料の使用量であるのに対し、適応策の対象は分野により様々で手法も多様だ。水災害分野では、堤防や下水道施設、治山施設の整備、農業分野では、高温耐性品種の育成、高温性作物への転換、健康分野では、熱中症警報システムの整備や感染症ワクチンの開発などが適応策として考えられる。

また、国や地域により適応策の対象や手法も違ってくる。それは、地域に

より地形、土地利用、作物、人口密度、社会基盤などが異なるからだ。緩和策がほぼオールマイティーな対策であるのに対し、適応策は地域に応じたオーダーメイドの対策が必要になる。別の見方をすると、緩和策は、地球全体を対象とした対策で、国際的な取り組みが不可欠だが、適応策は、地域に応じた取り組みが大切で、その努力が直接地域に反映される、地域が主役の温暖化対策だと言える。

ただ、適応策が全ての分野に有効とは限らないという点には注意が必要だ。例えば、温暖化による自然植生への影響に対し有効な適応策は実現可能だろうか。そもそも特定の樹種にとってその場所が適地なのかどうかは気温や降水量など気候条件によって決まっている。従って、温暖化により気温や降水量が大きく変わってしまえば、今まで適地だった場所も適地ではなくなってしまいう可能性が高い。そのような状況で有効な適応策を行うことは難しいと言える。対策としては、保全地域に指定をして他の影響を最小化することや、遺伝資源として保全することなどかなり限定的だ。このように適応策は万能ではなく限界があることを認識することも大切だ。

4. 自治体に取り組んできた温暖化対策と適応策

本格的に世界規模で温暖化対策が始まったのは、気候変動枠組条約が採択された1992年の地球サミットの頃からだろう。国内では1990年に政府が「地球温暖化防止行動計画」を策定し、国として温暖化対策をスタートさせた。この行動計画の中では地方公共団体の役割が示され、それを契機に、多くの自治体は、地球温暖化を自ら取り組むべき環境問題として意識し始めた。その後、1993年になると、環境省は地方自治体が温暖化対策計画を策定するための指針として、「地球温暖化対策地域推進計画策定ガイドライン」を発表した。このガイドラインに基づき、多くの都道府県や政令市では「地球温暖化対策地域推進計画」を策定した。1998年には京都議定書の削減目標を踏まえ、「地球温暖化対策の推進に関する法律（温対法）」が施行され、国を挙げての温暖化対策がスタートしたが、温対法で初めて温暖化対策が地方自治体の責務として位置付けられた。2008年には温対法が改正され、中核市以上の地方自治体に「地球温暖化対策地方公共団体実行計画」の策定を義務

付けた。

このように、地方自治体では、1990年代以降、温暖化対策に関する様々な制度整備が進み、温暖化対策計画などが策定された。そして、それらの計画に基づき実際に様々な取り組みが行われている。しかし、国が示したガイドラインや、多くの自治体の計画を見ると、そのほぼ全てが温室効果ガス排出量の削減を目標としている。すなわち、多くの温暖化対策計画は、実は温暖化緩和策計画だと言ってもよく、適応策にはほとんど触れられていない。

さて、ここで埼玉県における取り組みを紹介する。埼玉県では1991年に地球環境保全の専従組織として「地球環境保全推進室」を設置し、同じ年に「埼玉県における地球環境保全への取り組み方針」を定め温暖化対策への取り組みをスタートさせた。1996年には県として最初の温暖化対策計画である「埼玉県地球温暖化対策地域推進計画」を策定した。その後、2009年には温対法の改正を受け、埼玉県の温暖化対策実行計画として「ストップ温暖化・埼玉ナビゲーション2050（ストップ温暖化ナビ）」を策定し、同じ年に「埼玉県地球温暖化対策推進条例」を施行した。

ストップ温暖化ナビでは、国内では、埼玉県と東京都だけが実施している排出量取引制度や、自動車税を主な財源として創設した「彩の国みどりの基金」による森林の整備・保全、快晴日数日本一という特性を生かした太陽光発電の普及拡大、建築物の環境性能向上など七つの施策を重点施策として位置付けている。そして、2005年を基準とした2020年の温室効果ガス吸収量削減目標をマイナス25%に定めた。また、第7章を「地球温暖化への適応策等」とし、当時の自治体の計画としては珍しく「適応策」を温暖化対策の一つとして明確に位置付けている。

5. 自治体にとって新しい温暖化対策 「適応策」

温暖化対策を考える上で、緩和策と適応策は車の両輪に例えられる。この二つの対策を同時に進めることが重要だと言われる。しかし、前に述べたとおり、実際には自治体の温暖化対策に適応策はほとんど位置付けられておらず、ほぼ全てが緩和策だと言ってもよい。太陽光発電の普及拡大、低燃費車や省エネ家電の普及促進など、いずれも温室効果ガス排出量削減を目指すも

のだ。そのため、多くの自治体職員の頭の中では、「温暖化対策＝緩和策」の図式が強く刷り込まれている。そもそも、温暖化対策を考える時に適応策には思い至らない。この問題を乗り越えるには、強くロックされた「温暖化対策＝緩和策」という考え方を変えるしかない。そのためには、まずは研修などを通じた情報提供が必要だが、メディアなどを通じて適応策が周知され、行政職員だけでなく、広く市民に共有されることも重要だ。

また、緩和策と適応策では対象となる分野を所掌する部局が異なる点も、適応策を施策化する上での障害となっている。排出量取引制度や太陽光発電の普及拡大など、現在行っている温暖化対策の多くは環境部局が所掌している。いわば、自分たちの手が届く範囲で対策を行っていると言える。しかし、水災害や農作物、熱中症などの適応策では同じようにはいかない。それらの分野を所掌しているのは、埼玉県では県土整備部や農林部、保健医療部であり、ほとんど全てが環境部以外だ（図2）。それらの部局も既に多くの課題を抱えており、長期的なリスクである温暖化に対応する余裕はないと言われる。このような状況が、適応策への取り組みを難しくしている。この課題を解決するための妙案は今のところない。しかし、適応策が、自治体に関わるほぼ全ての分野に及ぶことを考えると、温暖化対策を環境部局だけの問題とするのではなく、より総合的な自治体の課題として位置付け、他部局を巻き込んだ対策が不可欠だ。

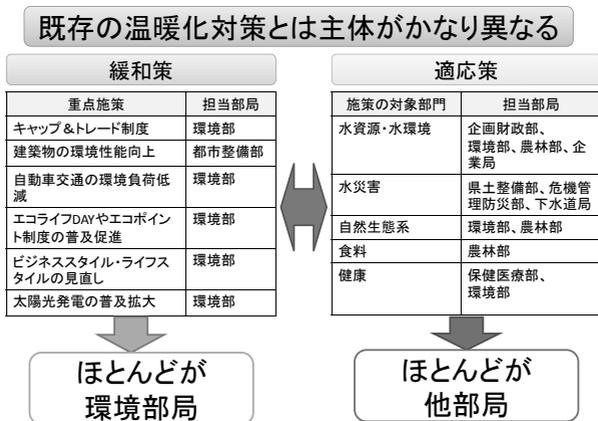


図2 緩和策と適応策の主体の違い

6. 潜在的適応策

現状では、自治体の中でも、適応策に対する理解が十分進んでいるとはいえない。また、明確に温暖化適応策として実施されている施策もほとんどない。しかし、実は、結果的に適応策として機能している施策は少なくない。例えば、埼玉県農林部では、近年増加しているイネの高温による品質不良対策として、高温耐性品種の育成に取り組んできた。その結果、2012年には高温でも品質低下が起きにくい新品種「彩のきずな」をリリースした。このような高温耐性品種の育成は、既に起きている問題への対策として取り組まれたものだが、現在の高温対策だけではなく、将来の温暖化に対する適応策としても十分機能するものだ。また、土木部局や下水道局が日常的に行っている河川や公共下水道など、排水インフラの維持管理や、林業部局が行っている様々な治山事業は、豪雨・豪雪に対する適応力を維持するという意味で、まさに適応策だといってもよい。

このように、自治体の施策の中には、明確に適応策としては意識されていないが、既に適応策として機能している「潜在的適応策」とも呼べる施策が数多くある（表 1）。しかし、温暖化対策としての潜在的適応策には問題がある。それは、温暖化により状況が徐々に変わっていくということが想定さ

表 1 埼玉県の潜在的適応策

担当部局	既に行っている施策
農林部	<ul style="list-style-type: none"> ・ 高温耐性品種の育成（彩のきずなを作出） ・ 治山事業 ・ 農業共済（農業災害保険制度）
保健医療部	<ul style="list-style-type: none"> ・ 「まちのクールオアシス」(シェルターの指定) ・ 熱中症対策啓発・情報発信
県土整備部	<ul style="list-style-type: none"> ・ 短時間大雨（ゲリラ豪雨）対策の推進（遊水池・河川整備、ポケットダム整備） ・ 洪水予報、ハザードマップ ・ 土石流対策 ・ 排水機場の補修・更新 ・ 河川維持・改修
下水道局	<ul style="list-style-type: none"> ・ 公共下水道整備・管理 ・ レーダー雨量データのリアルタイム公開

れていない点だ。潜在的適応策は、今、目の前で起きている現象に対する対策といえるが、温暖化により現状が変化することが十分あり得るということを考える必要がある。例えば、ゲリラ豪雨対策では、現在起きている最大時間雨量などの情報だけではなく、温暖化により将来の時間雨量がどの程度増加するのかという予測を基に計画を検討することが求められる。

このように、適応策とは、多くの場合、全く新しい対策ではなく、既存の施策（潜在的適応策）の中に、温暖化による中長期的気候の変化という視点を組み込むことだと言える。

7. 適応策の主流化が鍵

繰り返しになるが、温室効果ガス排出削減を強力に進めたとしても効果が表れるまでには時間がかかり、今後数十年は気温上昇が続くと考えられる。従って、温暖化影響に備えて適応策を推進することは、自治体にとって避けでは通れない課題だ。ではどのように進めればよいのだろうか。

温暖化影響は広範囲で、適応策の対象も幅広く複雑である。従って、特定の部局の問題として温暖化影響を捉え対策を行ったのでは、十分な成果は得

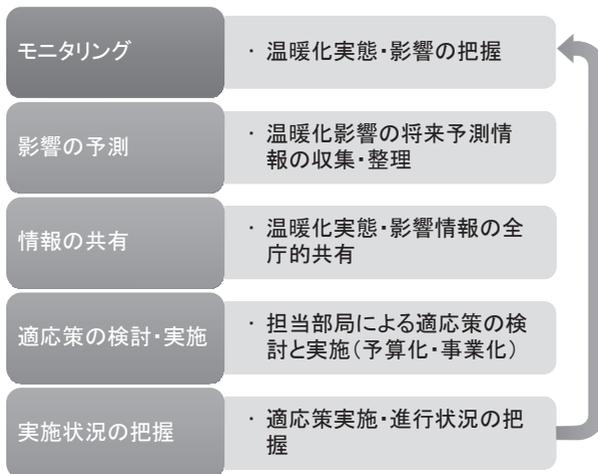


図3 温暖化適応策推進フロー

られない。温暖化を全庁的な重要課題と位置付け、全ての分野の政策や計画を策定する際に、気温上昇を前提として検討する必要がある。このように特定の課題を優先課題であると捉え、全ての政策に導入することを主流化（メインストリーム化）と呼んでいる。温暖化適応策で最も重要なのはまさに適応策の主流化だ。この主流化を進めるには、徐々に変化する温暖化やその影響のモニタリングを行い、影響を予測し、部局を超えた情報共有を図り、必要に応じて適応策の計画を立て、実施することが重要だ（図3）。また、インフラ整備のように長期間の準備や多くのコストが必要な適応策に取り組むには、一定の精度の温暖化影響予測が求められる。しかし、将来の温室効果ガス排出量が明らかでない以上、温暖化影響予測は常に不確実性が伴う。そこで、注目されているのが「順応型管理」に基づく適応策だ。あらかじめ様々な条件を基に、対策メニューを検討しておき、モニタリングにより得られたデータを見ながら段階的に対策を行うという考え方だ。この方法により、予測の不確実性に対しても柔軟に対応し、効率的に適応策を実施することが可能になるだろう。

8. おわりに

日本の自治体が抱えている長期的な問題は、もちろん温暖化だけではない。少子高齢化や人口減少、インフラの老朽化など、数十年あるいは百年といった時間軸を前提に取り組まなくてはならない課題は多い。このような長期的な課題を乗り越えるためには、単に目の前の問題を解決するという対策では不十分で、十分な議論を行った上で、どのような社会を目指すのかという、長期的なビジョンを持つことが必要だろう。近年、自治体も短期的な成果を求められることが多いが、同時に、長期的な課題を見据えて取り組むことも、長期的な課題解決には必要なのではないだろうか。

農山村における気候変動の影響と適応策

法政大学地域研究センター特任教授 白井 信雄

1. はじめに

気候変動（地球温暖化）は、自然生態系に影響を与え、生物多様性を損なうだけではない。自然を借りて営まれる産業や暮らし、自然と対峙する中で形成された文化等も気候変動の影響を受ける。自然に抗する人工システムを基盤とする都市地域も、都市地域の特性ゆえに豪雨による水災害や熱中症等の被害を受けやすいが、農山村は別の意味で、気候変動の影響を受けやすく、被害を防ぐための適応が必要である。

農山村における気候変動の影響特性として、四つの側面がある。一つは、農山村は自然との関係が濃密であり、自然生態系の変化の影響を受けやすい。例えば鳥獣被害、病虫害の増加、自然資源を活かす伝統文化や生活様式、観光への影響等がある。鳥獣被害では、気候変動との関連が科学的に解明されているわけではないが、シカの増加は暖冬によって越冬率が高くなっていることが原因だとも指摘されている。

二つめに、農山村地域に特徴的な農林業そのものが、太陽光や大気・水循環の力を借りており、気候変動の影響を受けやすい。米やリンゴ、ミカン等の果樹、野菜等ではなく、シイタケ等のキノコ、ワサビ等の山菜、干し柿や寒天等の伝統的な食品加工も影響を受けている。シイタケも一定の寒さにあたることで発芽するが、暖冬になると発芽が促されにくくなる。干し柿や寒天等も冬の寒さや乾燥という気象条件下で生産されるが、気候変動により干し柿はカビが生え、寒天は雪上での天日乾燥ができにくくなる⁽¹⁾。

三つめに、農山村地域は少子高齢化、過疎化が都市部よりも先行しており、気候変動に適応する基盤となる地域力が低下している。地域の互助力が低下していた地域では道普請や溝浚い等ができず、河川の氾濫は起こりやすくなる。行財政の逼迫により道路等の維持管理が不十分になると、それだけ気候変動の影響を受けやすく、被害後の復旧が遅れることにもなる。

四つめに、農山村地域の住民は、気候変動問題への関心が低く、対策に取り組む必要性の理解や取り組み姿勢が弱い傾向にある。これは、気候変動対策がこれまで温室効果ガスの排出削減を図る緩和策を中心に進められてきたため、都市部に比べて温室効果ガスを排出していない農山村で、気候変動が地域で取り組むべき課題にされてこなかったためである。一方、農山村地域では、自然との距離が近い住民が多く、気候変動の影響による自然の変化に敏感である。この意味では気候変動の緩和策ではなく、適応策を入口にすれば、気候変動問題への意識が向上されやすい地域であるといえる。

以上のような特徴を持つため、農山村地域の適応策は都市地域とは異なる方向で検討されるべきものである。本稿では、適応策という新しい施策の戦略的な考え方を紹介しながら、農山村地域らしい気候変動の影響の特徴、適応策の考え方や具体的な方向性を提示する。

2. 気候変動の影響を規定するもの

農山村における気候変動の影響の受けやすさの特徴を示したが、気候変動の影響の要因構造から、農山村の特徴を整理してみよう。

IPCCの報告書を踏まえると、気候変動の影響は、①気候の変化（気温上昇や雨の降り方）、②影響の受けやすさ、③影響を抑える備えの三つの要素で規定される⁽²⁾。つまり、気候変動の影響は、気候の変化により発生するが、高齢化や財政力の低下等のように社会経済システムが影響を受けやすくなっており、対策が十分に準備されていない場合に、顕在化あるいは深刻化しやすい。前述の気候変動の影響に関する農山村の四つの特徴のうち、自然との距離の近さ、農林業への依存、少子高齢化・過疎化は、影響の受けやすさに相当し、農山村の住民特性は、影響を抑える備えに関連すると整理することができる。気候変動の影響分野別に、農山村における影響の受けやすさの特

徴を表1に整理した。なお、森林や農地における蒸発散や土地利用密度の低さによる自然通風の良さは熱ストレスを緩和するなど、農山村が影響を受けにくいという面もある。

表1 気候変動の影響と農山村における特徴

影響分野	気候変動の影響の具体例	農山村における影響の受けやすさ
沿岸・防災	<ul style="list-style-type: none"> ・ 河川の防護レベルを超える降雨による洪水氾濫の被害増加 ・ 下水道の排水能力を超える降雨による内水氾濫の被害増加 ・ 土砂災害や地滑りの増加 	<ul style="list-style-type: none"> ① 山村は、土砂災害等が起こりやすい傾斜地にある ① 土砂災害による道路の分断により、点在する集落が孤立化する ③ 過疎化や高齢化等により、行財政が逼迫し、河川や道路等の社会資本の維持管理が不十分となる（気候災害後の復旧が遅れる） ③ 高齢化等により、地域住民の互助力が低下し、側溝等の維持管理が不十分になる
農業・特用林産物	<ul style="list-style-type: none"> ・ コメの収量減少や品質劣化、適地の変化 ・ キノコやワサビ等の特用林産物の収量減少 ・ 果樹の栽培適地の変化や品質低下 ・ 家畜の体重減少や乳生産量の低下 	<ul style="list-style-type: none"> ② 農林業を基幹産業としており、気候変動の影響が深刻となる ② グローバル化による競争の激化、飼料の価格上昇等の農林業の経営環境の悪化により、経営余力がない ③ 農林家の高齢化や後継者不足が進行し、気候変動の影響を受けると、農林業をあきらめる
健康	<ul style="list-style-type: none"> ・ 熱ストレスや光化学オキシダント汚染による死亡リスクの増加 ・ 媒介動物の生息域拡大による感染症の拡大 	<ul style="list-style-type: none"> ① 感染症を媒介する蚊等が発生しやすい ② 外部作業となる農林業の労働者は、熱ストレスにさらされやすい
自然生態系・森林	<ul style="list-style-type: none"> ・ 生息環境の劣化や生物分布適域の変化による生物種の変化 	<ul style="list-style-type: none"> ① 農地の生産放棄や里山の手入れ不足等により、シカ等の鳥獣被害を受けやすい ③ 猟師等の自然を管理する担い手が減少している
暮らし・地域	<ul style="list-style-type: none"> ・ 住環境や財政支出への影響 ・ 観光資源・文化財への影響 	<ul style="list-style-type: none"> ① 気候や自然資源を活用する観光産業（スキー、避暑地等）が影響を受ける ① 自然を活かす伝統文化の継承は困難になる

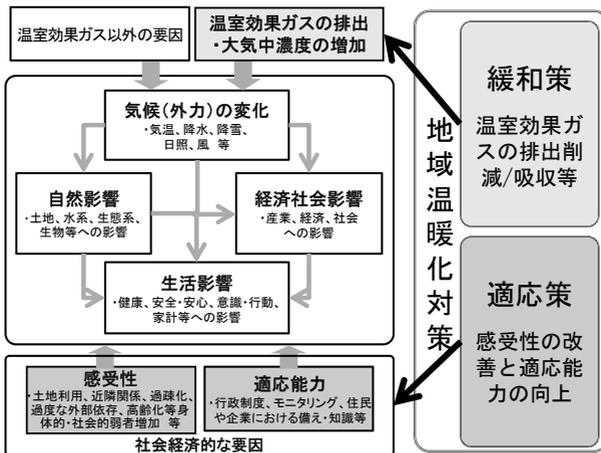
注) 影響の受けやすさの番号は、①：自然との距離の近さ、②：農林業への依存、③：少子高齢化・過疎化等に対応する。

3. 適応を通じた「影響の受けやすさ」の改善

気候変動の影響を規定する三つの要因のうち、「気候の変化」を改善することが緩和策（温室効果ガスの排出削減）、「影響の受けやすさ」を改善し、「影響を抑える備え」の向上を図ることが適応策である（図1）⁽³⁾。

つまり、適応策には「影響の受けやすさ」を改善するもの（便宜的に、「社会改善適応」と表記する）と、「影響を抑える備え」の向上を図るもの（「能力向上適応」と表記する）と、二つのタイプがある。例えば、農業や特用林産物生産の被害を防ぐために検討・実施されている適応策は、能力向上適応が中心となっている。作付け時期をずらしたり、施肥の仕方を工夫したり、高温耐性の品種を開発したりという技術対策が能力向上適応に相当する。

社会改善適応としては、農家（特用林産物の生産者を含む）の高齢化の改善や経営強化を図ることが相当する。これらを大上段に扱うと、気候変動適応の範疇^{はんちゆう}を超えた農林業政策そのものの課題となってしまう、課題の大きさに途方に暮れることになってしまう。しかし、気候変動への適応をテーマ



注) 図中の「感受性」が「影響の受けやすさ」、「適応能力」が「影響を抑える備え」に相当する。

図1 気候変動の影響を規定する三つの要因と緩和策・適応策の関係

として取り組むことで、それを通じて、農業経営や体質を変えていくというアプローチを考えてみたらどうだろうか。気候変動適応をきっかけとした農林業経営の転換を図っていくのである。

二つの例を示す。筆者が全国各地の公立試験研究機関を訪問し、気候変動適応に関する研究状況のインタビュー調査を行うなかで、教えられ、気付かされたものである。これらの社会改善適応は、既実践されて、成果を挙げているものではなく、アイデアの段階にあり、今後、実現と成功が期待される。

一つめは、気候変動適応策としてのCSA（Community Supported Agriculture）である。CSAはわざわざ英語になっているが、もともとは、1960年代に生産者と消費者による「提携」という形の営農形態として日本でスタートしたものが、米国で発展し、逆輸入された。大規模農家と大規模流通による大きなシステムではなく、小規模農家を産直により消費者が支える仕組みである。筆者も生協で農産物を購入しているが、何らかの理由で農産物の出来が悪かった場合、注文後にも出荷ができないと断られる。被害農家への寄付が求められる場合もある。手間がかかる有機農業に取り組むことで、安全・安心を提供してくれる小規模農家を支援し、支え合う仕組みになっている。気候変動による農業被害についても、CSAに参加する生産者と消費者の間で知識を共有し、猛暑による品質低下等があった場合には、温室効果ガスを排出する暮らしをしている消費者が責任を持って農家を支える提携を図るのである。

なお、農研機構果樹研究所は長野県果樹試験場および青森県産業技術センターりんご研究所と共同研究を行い、高温化によって着色不良になったリンゴの方が果実の酸含量が減り、甘みが増すという食味の変化が起きていることを明らかにした⁽⁴⁾。消費者が見た目を気にするために、リンゴの着色不良が被害になってしまうのであるが、消費者が見た目にこだわらなければ被害にはならない。こうした消費者の理解は、CSAの仕組みによって向上させることができるだろう。

二つめに、和歌山県畜産試験場養鶏研究所が実験を始めているプロジェクトを紹介する。同所では、夏の間には鶏が卵を産まなくなることへの対策として、和歌山県の特産品であるサンショ（山椒）の未利用部分を飼料にまぜることを思いつき、実験を開始している。「人間と同じで抗酸化作用のある餌

にすることで夏バテが防げるのではないか。しかし、飼料費が高騰する中で高い飼料を追加できない。サンショは和歌山県が全国の8割を生産しており、果皮だけを利用し、種子は産業廃棄物として処分されているから、安く大量に供給でき、抗酸化作用があるのではないかと考えたという。

鶏の暑熱対策としては、大規模農家は鶏舎の設備改善等で対策をとるが、小規模零細農家は設備対策ができない。このため、サンショの種子を混ぜた飼料は小規模零細農家向けの適応策として導入することが考えられる。この飼料は飼料製造者が製造段階で混入させればよく、農家自身の作業負担増にはならない。地域内で発生し、産業廃棄物として処理委託をしていた原料であるから、原料の輸送コストがかさまなければ、飼料代が高くなることもない。

さらに、担当研究者が（個人的に）描いている今後のシナリオが非常に示唆深く、紹介をしたい。和歌山県では、既に（梅干しを漬ける際に出る）梅酢を利用した飼料添加物が開発され、これで育てた「紀州うめどり・うめたまご」が県産ブランドとなっているが、サンショについても、「サンショたまご」としてブランドにしていくというシナリオである。そして、小規模零細農家には「サンショたまご」のブランディング協議会に入ってもらい、新ブランドを協働で展開することにより、小規模零細農家の経営強化につなげていくのである。実現すれば、小規模零細農家の感受性改善適応の先進事例となりえるため、筆者の責任において、紹介させていただいた。

以上の例は、農業の場合であるが、キノコやワサビ等の特用林産物の場合も同様である。これらについても、消費者にオーナーになってもらうなど、消費者とつながる経営が実施されている。こうしたオーナーに、気候変動の影響についての知識を共有してもらい、気候変動の被害を支えてもらう関係をつくっていくのである。

また、暖冬化でも影響を受けにくいシイタケの品種への転換を通じて、高齢化が進むシイタケ栽培家に新たな栽培への挑戦をしてもらい、それを地域協議会方式で行うことにより、地域内で支えあう関係を強め、市場に対して地域一丸となって訴求していくのである。

4. 「気候変動の地元学」や連携による「影響を抑える備え」

能力向上適応については、適応技術の開発と普及が中心となるが、その開発と普及の基盤となる主体形成が重要である。二つの例を示す。

一つめは、地域の住民や事業者における適応への自助力や互助力を高めることである。行政による公助だけでは気候変動に対する安全安心は確保できず、仮に適応策の実施度を高めようとする行政コストが増加し、財政を圧迫することになる。そこで、地域の住民や事業者の自助や互助力を高めることが必要となるが、住民等は気候変動のことを理解していない場合も多く、まして将来の気候変動の影響予測の結果を理解し、適応策という対策を積極的に取り込もうという姿勢は見られない。そのために住民等に気候変動の学習をしてもらうことが必要となるが、IPCCの報告書や影響予測の結果を分かりやすく共有していく作業は困難である。

そこで、筆者は、気候変動による気候変化やその影響が地域に既に発生していること、その影響の実感を入り口にして、気候変動の被害への関心や知識を高め、適応策（さらには緩和策）への主体的な取り組みに踏み出してもらうという学習プログラムの開発を構想し、長野県飯田市において、地域の行政、NPO、事業者等の参加を得た研究会を開催し、地域活動のリーダー

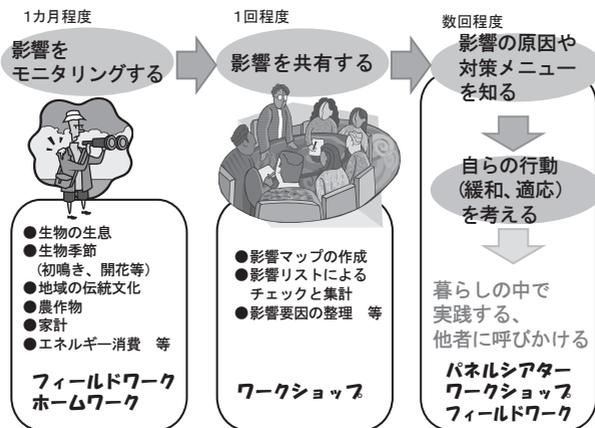


図2 「気候変動の地元学」の実施手順

層を対象にした学習の試行までを実施した。

「気候変動の地元学」と名付けた、この学習プログラムの実施手順を図2に示す。これまでも緩和策を推進するために、地域への影響を住民参加で調べる取り組みはなされてきているが、この地元学では地域への影響をもとに、適応策を考えてもらうことに力点がある。また、地域への影響の事例調査シートに、参加者個々の記入をしてもらい、それを共有することで、自分だけでは気付かない影響事例の多さに気付いてもらうことに特徴がある。そして、影響事例の記入やワークショップにおいて、影響を規定する社会経済的な要因（特に感受性）に関して考え、社会経済的な弱さの改善に踏み込んだ適応策の意義を学んでもらう（表2）。

二つめは、問題を共有し、地域間や主体間で連携関係を高める適応策を実施することが重要である。例えば、高知県農業技術センター果樹試験場を訪

表2 「気候変動の地元学」による地域への影響事例の整理例（健康への影響分野）

原因	影響事例	社会経済的な要因	対策（適応策）
夏の高温化・猛暑の増加	公民館活動の際、暑さの為、気分が悪くなる人や参加を控える人も出ている	<ul style="list-style-type: none"> ● 学校や公民館にエアコンがない ● 子供達が昔のように屋外であまり遊ばなくなり暑さに慣れていない 	<ul style="list-style-type: none"> ● 学校や公民館の暑さ対策（エアコン、緑のカーテン等） ● 暑さ対策の指導を子供に徹底
	野外作業での熱中症の増加がみられる	<ul style="list-style-type: none"> ● 森林などが少なくなった、建物、道路などが昔より多くなった ● 工事件数が増加した ● 猛暑に加え、水分補給をこまめにするよう促す指示が徹底されていない ● 熱中症に留意と騒いでいるため人々が神経質になっている 	<ul style="list-style-type: none"> ● 野外作業の時は、水分をよく取る ● 猛暑は休憩時間を多く取る ● 商品納期と作業工程を余裕を持って管理する
	野外活動に支障が生じる	<ul style="list-style-type: none"> ● 気温が35℃を超えるのに野外イベントを行ってしまう 	<ul style="list-style-type: none"> ● 炎天下では野外のイベントは行わない。もっと室内でできることを増やしていく ● 活動時期を短時間にし、こまめに水分補給を行う
	夏の高温による体調変化	<ul style="list-style-type: none"> ● 高齢者、独居世帯が多い ● 高齢者は熱中症にかかりやすいが、まだ自分は大丈夫という考えがあり、自覚していない 	<ul style="list-style-type: none"> ● お年寄りの見守り ● ふれあいサロンへ誘うことで安否を確認 ● 一人一人が一人暮らしの方を見守る

問した際、ナシの気候変動対策技術の開発について、地域連携を期待するという話を聞いた。ナシは低温にさらされることで春に発芽をするが、暖冬化により発芽不良が発生することが問題となっており、同試験場ではこのための対策技術の開発を県単独予算で行っている。しかし、長期的な対策としての新品種の開発には時間もかかり、単独で実施するには負担も大きく、他の地域との連携や分担も検討したいという。近くにナシの産地が他になく、九州地域の県が連携先となることが、通常の付き合いの範囲を超えることも課題である。

既に、農林水産省では、共通テーマに対するコンソーシアムをつくり、複数地域の試験研究機関と国の研究機関、大学、企業等が連携して、研究を行う仕組みをつくっている。こうした仕組みは研究成果を得るための効率を高めるだけでなく、研究予算や人員の削減の中にある地域の試験研究機関の研究支援を行う仕組みとしても重要である。産地間競争等もあることから、国の研究機関等による地域間の積極的なコーディネートも期待される。

なお、神奈川県の水産業について、漁協間で漁法の技術交換をしているという話も聞いた。気候変動以外の要因もあると考えられるが、魚種の変化が近年、著しく、今まで経験のない一本釣り等をする場合に、経験のある他地域の漁協が技術移転を支援しているという。課題を共有する地域間で、地域を超えた連携関係を強めていくことが適応策の開発や導入の基盤形成として重要である。

おわりに

農山村地域における気候変動の影響の特徴と「影響の受けやすさ」と「影響を抑える備え」という観点での適応策の方向性を示した。農山村の疲弊が気候変動の影響を強く顕在化させる要因となっており、気候変動の影響による地域資源の変化を契機として、適応策への取り組みを通じて農山村の弱さを克服していくという社会変革的な視野をもった適応策の創造が期待される。

なお、本稿では、気候変動適応策の検討が比較的先行している農業分野の取り組み例を中心として記述したが、特用林産物さらには林業、自然観光業

等についても、農業分野にみられる地域内外の主体形成や関係形成を重視していく適応策の実施の仕方は参考になるだろう。

また、林業経営においては、長伐期施業を行っていく中で、長期的な気候変動をどのように見通して、造林をしていくかも検討課題となる。現在と同様の樹種の再造林でよいのか、温暖化を見通した新たな樹種に転換していくのか、専門家と地域の林家が一緒になって検討を重ねていくことが望まれる。

本稿で地域の取り組みを紹介したがその文責は筆者にある。また、本稿は、2010年度環境研究総合推進費の支援による「S-8 温暖化影響評価・適応政策に関する総合的研究」サブテーマ2の「(1) 地域社会における温暖化影響の総合的評価と適応政策に関する研究 地域社会（まちづくり、暮らし等）の温暖化影響に係る総合的評価手法及び適応方策のあり方に関する研究」の成果を活用している。

〔引用文献〕

- 1) 畑中健一郎・木村浩巳（2013）地域の伝統産業への気候変動影響～長野県諏訪地域の天然寒天の事例～、システム農学会 2013 年度秋季大会
- 2) IPCC (2007) Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Working Group II Contribution to the Fourth Assessment Report of the IPCC. Cambridge University Press, London.
- 3) 白井信雄・田中充・田村誠・安原一哉・原澤英夫・小松利光（2014）気候変動適応の理論的枠組みの設定と具体化の試行－気候変動適応策の戦略として－、環境科学会誌 27（5）
- 4) 独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構のホームページ
https://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/press/laboratory/fruit/048269.html

グレーインフラからグリーンインフラへ

自然資本を生かした適応戦略

北海道大学農学研究院教授 中村 太士

1. はじめに

日本の人口は、飢饉や疫病、戦争等で一時的に減少する時期や地域はあったとしても、全体的に常に増加してきた。鎌倉幕府成立時(1192年)757万人、室町幕府成立時(1338年)818万人、江戸幕府成立時(1603年)1227万人、明治維新(1868年)3330万人、現代(2000年)1億2693万人である。しかし、上昇を続けてきた日本の人口も、2005年以降、減少に転じ、長い少子高齢化時代に入ります。この傾向は、特に地方では深刻で、北海道の人口は、本州以上に急激に減少する。道東や道北の多くの市町村人口は、今後2005年から2035年で約40%低下し、人口規模は1950年代前半に逆戻りすると推定されている。こうした人口減少によって、都市圏への人口集中はますます進み、地方の過疎化と農地や人工林の放棄が、現在問題となっている。

日本社会が抱えるもう一つの大きな問題は、戦後復興期や高度経済成長期に造られた道路、鉄道、病院、学校、水道などの社会資本の老朽化である。これらの資本はグレーインフラと呼ばれ、トンネル崩落事故に象徴されるように、多くはすでに老朽化し、今後莫大な維持費を必要とする。例えば、建設後50年以上経過した社会資本の割合を2010年度と20年後で比較すると、道路橋は約8%が約53%に急増する。河川管理施設である排水機場・水門等についても約23%が約60%、下水道は約2%が約19%、港湾岸壁は約5%が約53%と急増する。そして、維持管理・更新に従来通りの費用がかかると仮定すると、2037年度には維持管理・更新費が投資総額を上回り、必要な更新費が得られなくなると国は試算している。

そして、この特集号で議論されている気候変動に伴う大規模台風、豪雨頻度の増加である。2014年8月20日未明から1時間に100mmを超える大雨が降り、広島市において広範囲に斜面崩壊、土石流が発生した。多くの家屋が全壊し土砂で埋めつくされ、死者72名、行方不明者2名（2014年9月5日現在）の大災害となった。積乱雲が次々と発生し大雨が降り続くバックビルディング現象がメディアでも報じられ、これも海面水温が高く水蒸気が供給されやすいことが原因とも言われている。

人口の減少と農林地の管理放棄、社会資本の老朽化と維持管理費の拡大、そして温暖化に伴う豪雨頻度の増加と自然災害の頻発、これだけ一度に問題が山積すると、日本の未来を暗く感じる読者も多いと思う。しかし、筆者は、これらの社会・自然環境の変化が、実は戦後の経済発展期とは異なる新たな価値観と可能性を提供していると考えている。五木寛之の『下山の思想』に書かれているように、山頂を目指して登山する時（人口増加期）には見えなかったモノが、下山する時（人口減少期）にはゆっくりとした背景として見えてくる。経済的な豊かさを目指した高度経済成長期には見えなかった新たな価値観と可能性が、人口減少によって今後見えてくるかもしれない。

2. 自然資本とグリーンインフラストラクチャー

これまで経済学者は労働と資本によって資源に加えられた価値を「付加価値」と呼び、それを経済における絶対的価値として取り扱ってきた。そして、資源を採取する際に起こる大気・水質・土壌汚染、生物多様性と生態系サービスの劣化をコストとして考慮してこなかった。しかし、地球環境の危機が、人間の経済活動や健康に甚大なる影響を与えることが明らかになった今、劣化する自然の価値を見える化し、そのコストを明らかにすることによって、秩序ある経済活動を促す必要が生まれてきた。人間の生活を可能にする地球上にある自然資源（土壌、大気、水、動植物）とこれらの資源から生み出される生態系サービスを「自然資本（Natural Capital）」と呼ぶ（UNEP Finance Initiative 2012）。2012年6月、リオデジャネイロで開催された国連持続可能な開発会議、通称「リオプラス20」で、50以上の国々と80以上の民間企業が、この自然資本の経済価値を、ビジネスの意思決定や各国の

国民経済計算に組み込むことに合意した。

この自然資本を賢く利用し、社会と経済に寄与する国土形成手法をグリーンインフラストラクチャー（以下、グリーンインフラ）と呼ぶ。この概念を先進的に議論し活用してきた EU では、「戦略的に計画・維持され、生態系サービスの提供と生物多様性の保全に資する質の高い自然や半自然生態系のネットワーク」をグリーンインフラと定義している（European Union 2013）。EU では 2013 年 5 月、土地利用を含めて体系的に組み込むことを目指す新たな戦略が承認された。安倍首相も 2014 年 2 月の衆議院予算委員会で「我が国の豊かな自然を活用しながらグリーンインフラの整備を進めていくことは、経済、社会両面で有効であり、重要である。……グリーンインフラという考え方を取り入れて、将来世代に自然の恵みを残しながら、自然が有する機能を防災、減災等に活用していきたいと考えております」と述べている。

急激な人口減少社会では、農林地ばかりか、グレイインフラを維持することも、今後ますます難しくなるだろう。これまで通りの生活圏を前提に、公共投資を続けることは明らかに無理があり、土地利用の集約化を進めざるを得ない。こうした土地利用変化の流れを生かしながら、洪水氾濫区域など危険区域からのヒトの撤退が可能になれば、その場所は、現在急激に姿を消している攪乱依存種（攪乱がなくなると絶滅する種）を保全できる自然再生区域になるだろう。そして同時に、地球温暖化に伴う台風、豪雨や洪水規模の増加に対応した緩衝空間として、防災的にも機能すると思われる。まさに、グレイインフラからグリーンインフラへの発想の転換である。

グリーンインフラは、以下のような多くの利点を持つ（CBD 2009 を参考にした）。

- ①グレイインフラと比較して、費用効率が高く利用しやすい。
- ②国・地方公共団体のそれぞれのレベルで取り組むことが可能である。
- ③時間スケールが短期でも長期でも効果が得られ、長期的に効果が増加し得る。
- ④生態系サービスに支えられた社会生活が継続できる。
- ⑤伝統的な地域特有の知識や文化的価値を統合し、維持することができる。
- ⑥吸収源を保存し、生態系の劣化と損失による排出を低減し、緩和に貢献する。

⑦生物多様性の保全と持続可能な利用にも貢献する。

⑧劣化・損失時にも自立的な回復が可能で、レジリエンスが高い。

一方で、グリーンインフラと比べて強度的には弱く、客観的機能評価が難しいなどの課題もあるが、人口減少も含めた日本の大きな社会構造変化を考えると、今後推進すべき施策であると考えられる。

3. グリーンインフラとしての森林、河川、湿地生態系ネットワーク

森林、河川、湿地は様々な生態系サービスを持っており、今後その機能を劣化させずに生かしていくことが肝要である。

森林は古くから多面的機能が評価され、森林法のもと保安林制度によって保全されてきた。現在、保安林は17種類に分けられているが、その中で気象変動やその後の災害防止に関連した機能区分には、①水源涵養保安林、②土砂流出防備保安林、③土砂崩壊防備保安林、④飛砂防備保安林、⑤防風保安林、⑥水害防備保安林、⑦潮害防備保安林、⑧干害防備保安林、⑨防雪保安林、⑩防霧保安林、⑪なだれ防止保安林、⑫落石防止保安林、⑬防火保安林がある。これ以外の⑭魚つき保安林、⑮航行目標保安林、⑯保健保安林、⑰風致保安林も、生態系サービスを発揮するグリーンインフラとしては重要な役割を果たしていると言える。

先に述べた広島での災害についても、メディアの報道内容は、集中豪雨と脆い地質によって発生した斜面崩壊と土石流の発生機構に集中した。特に被害が大きかった安佐南区の住宅地では、傾斜が10度を超える急な立地であったため、土石流の流れが弱まることなく流れ下ったと分析している。確かにその通りではあるが、もう少し本質的な問題はその住宅地の立地がどのような地形プロセスで形成されたかである。地形図を見れば明らかのように、被災地区の住宅地がある場所の多くは「沖積錐」と呼ばれる地形であり、土石流が繰り返し氾濫堆積し形成された土石流扇状地の上である（写真1）。いくら砂防ダム等の施設を設置しても、計画を上回る大規模崩壊が起きれば防ぎようがない。なぜ、あの場所を宅地開発してしまったのが本質的な問題であり、保安林制度や土砂災害警戒区域等で土地利用規制がなされていれば、人的被害は最小限に抑えられたはずである。森林を残すということは、土地

利用規制につながり、グリーンインフラとして機能する。

保安林は戦後、一貫して増加し、現在、重複指定を排除した実面積で1280万ha程度に及ぶ。これは森林面積の約47%、国土面積でも約31%に相当する。指定されている保安林の多くは、水源かん養保安林、土砂流出防備保安林、保健保安林であり、全体の96%以上を占め、国有林の90%、民有林の30%が今や保安林指定されている。このように国土の森林面積の約半分が保安林指定されていることは、将来のグリーンインフラとしての位置づけを考えると心強い。課題は、人工林も含めて適応策としての管理と指定をどのように効率的に実施するかである。この点については後述する。

河川事業においても、グリーンインフラの考え方はすでにあった。1979年に始まった総合治水対策がその一つである（井上・中村、1993）。高度経済成長期の人口増加期、多くのグレーインフラが整備され、都市が拡大した。都市化とともに地面の多くはコンクリートとアスファルトに覆われ、河川は直線化され、宅地造成のため多くの森林が伐採された。その結果、流域の浸透能（雨が地面に浸透する能力）および保水機能が低下し、河川の遊水機能も大きく低下した。その結果、同じ降雨量であっても、開発前よりも洪水のピーク流量が大きくなり、洪水が到達する時間も早くなる傾向が全国各地で確認されるようになった。そのため国は、ダムや堤防のみの洪水対策には限界があると判断し、自然地の保全、雨水貯留施設、洪水調整池、浸透性舗装、河道内遊水地の整

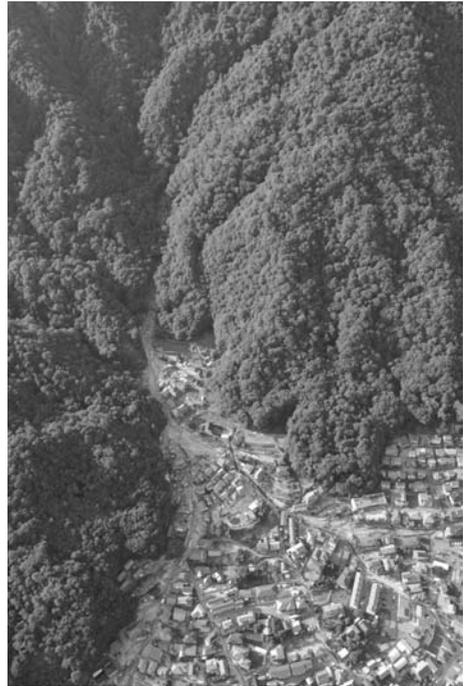


写真1 沖積錐の上に建てられた住宅街（2014年8月広島土砂災害被災状況：アジア航測提供）

備などを流域全体で行うことによって対処しようとした（写真2）。その後、必ずしも指定されたすべての流域で総合治水対策がうまく実施でき、機能したとは言い難いが、この考え方は、今後の河川における適応策を考える上で要になると考えている。自然地や洪水調整池、遊水地、浸透性舗装は、グリーンインフラそのものであり、効率的な配置を今後議論しなければならない。

日本の湿地面積の約86%を占める北海道は、湿地の減少面積でも1位で、国土地理院によると大正時代に1770km²あった湿地面積は、現在では708km²程度に減少している。湿地を大きく減少させた理由は、農地開発である。北海道に特徴的に見られた蛇行河川の背後には、かつて広大な後背湿地が広がっていた。その蛇行河川を直線化し、河床低下を促し、後背湿地の地下水を下げ農地整備を行ってきた。日本最大の湿地帯を持つ釧路湿原も例外ではなかったが、海に近く水位の高い谷地が広がる湿地開拓は困難をきわめ、牧草地も湿原周辺部に留まった。その結果、現在の釧路湿原は生物多様性の保全のみならず、治水計画、遊水地としての役割を担っており、広大なグリーンインフラとして機能している（写真3）。北海道の後背湿地帯に作られた農地は、人口減少とともに放棄され、排水機能の低下とともに元の湿地に戻る場所が増えてきた。こうした箇所をグリーンインフラとして取り込むことができれば、適応策として機能し、同時に自然再生が可能になる。次章でその可能性を述べたい。



写真2 北海道帯広市洪水調整池



写真3 遊水地としての釧路湿原

4. 課題と展望

国土の67%を占める森林が、今後も有効なグリーンインフラとして機能することは間違いない。しかし、日本では、林業として成り立たない等の理由から管理放棄され、間伐も実施されない人工林が全国に増えており、台風等による林分全体の倒壊が心配されている（中村 2011）。放棄されて高い密度のまま推移した人工林では、枝も枯れあがり、細く、樹冠が樹木の最上部にのみ発達する不安定な形状になる。枝が枯れあがった林分においては、たとえ間伐を入れても樹冠の偏った形状を変えることはできない。そのため、重心が樹木頂部に位置する危険な状態で風が当たることになり、風倒に対してきわめて弱い。大規模風倒は、全国各地に見られ、河川に流出した大量の倒流木は、河川に天然ダムを形成したり、一気に下流域に流出し橋脚に集積して災害を起こす原因になる（写真4）。

また、本州の里山を歩くと、放棄人工林のあちこちに、竹が侵入している箇所が見られる。これらの竹林は、管理されないまま旺盛に、そして暴れるように拡大している。かつて、村人たちは様々な用途に竹を利用し、タケノコも貴重な食料だった。そうしたバランスが離農、離村とともに崩れ、里山の景観や生物多様性にも大きな影響を与えている。また、密生した竹林が、



写真4 1991年9月九州を襲った台風によって倒された人工林

倒壊している場所も多い。倒壊した竹は、樹木同様、斜面の不安定化をもたらし、洪水によって下流に運ばれ、竹の集積による洪水被害をもたらす可能性も高い。

さらに、人間の里山からの撤退とともに、野生動物による被害が顕在化している。ニホンジカ（以下、シカと記す）による植生破壊は、全国で発生している。北海道でもシカ（エゾシカ）による食害で、樹皮がなくなり枯死する個体が多数発生している。シカ被害の激しい神奈川県は丹沢山系では、林床植物が毒のあるバイケイソウなどの一部の植物を除いて、一木一草すべて食い荒らされ、鉦質土壌がむき出しになっている。その結果、雨が降ると土壌侵食が発生し、時にはガリー侵食にまで発達し、緑化工事が必要になってきている。元々は、放棄人工林が過密状態になり、光不足に伴う林床植物の消失による侵食と風倒の恐れがあると考えられた。そのため、神奈川県は水源環境税を導入し、その資金によって間伐を行い、こうした状況を改善しようとした。間伐によって林内に光が入り、林床植生は回復したが、結果的に繁茂した下層植物は、シカを誘引することになってしまった。皮肉な結果である。

野生動物による被害の増大に対しては、1000万haに拡大したすべての人工林を、今後も木材生産しながら管理していくことは難しく、生産性の悪い人工林については自然林化を考える必要があるだろう。また、猟友会任せの有害動物駆除から、森林官自ら実施する野生動物管理へと制度を改める必要がある。野生動物管理の制度のもとでは、シカなどの野生動物を資源として持続可能な形で利用していくことが求められる。

35年前に総合治水対策が始まったように、堤防や護岸で安全を確保してきた日本の河川は豪雨に脆弱である。欧米のライン川やテムズ川、ドナウ川、ミシシッピ川などの大河川が500年から1万年に一度の洪水規模に対応しているのに対し、日本は30年に一度の洪水が治水計画上の目標とされることが多く、その目標すら60%程度しか達成していない。気候変動下では、それを超える洪水（超過洪水と呼ぶ）は、必ず起きると考えるべきで、超過洪水による破堤を防ぐためにも、グリーンインフラを整備しなければならない。

1980年代、北海道の千歳川流域の治水は放水路工事によって目標を達成

しようとしたが、自然保護団体等の強い反対に遭い、複数の遊水地による洪水対策に変更した。現在 150～280ha に及ぶ広大な遊水地が6カ所建設されている（中村 2014）。これらの防災施設は、湿地景観を呈しており、雪解け時には多くのハクチョウ、マガン、オオヒシクイが集まり（写真5）、夏にはミズアオイが咲き乱れる。釧路湿原に集中する国の特別天然記念物であるタンチョウも、現在道内各地の湿地や放棄農地に拡散し始めており、これら遊水地は重要な繁殖場所として機能するだろう。新千歳空港に降りて、タンチョウが雪原に舞う姿を見られるのは、決して夢物語ではない。

千歳川遊水地の事例から分かるように、グリーンインフラの整備は自然再生と一体的に進めるべきである。グリーンインフラは、先に利点としてあげたように、生物多様性の保全に大きく寄与する。生物多様性豊かな地域社会は、地域産業にも付加価値をもたらし、エコツーリズムと安心・安全な食文化を提供できる。人口減少社会で地域コミュニティの存続が心配される中、グリーンインフラの整備は、地域に新たな社会・経済的価値を生み出す。コウノトリ米、トキ米など、減農薬、無農薬、有機農産物が着実に売れている現状がその可能性を示している。

2010年に環境省は全国レベルの生物多様性地図化を実施した（<http://www.biodic.go.jp/biodiversity/activity/policy/map/>）。座長を務めた筆者が言うと同画自賛になるが、こうした試みは画期的であった。次に必要なのは、



写真5 千歳川舞鶴遊水地（長沼町）に飛来しているハクチョウの群れ

生態系サービスの地図化である。グリーンインフラの効率的な配置や整備を実現するためには、生物多様性と生態系サービスの地図化がどうしても必要になる。当然のことながら、両方の高い地域を優先的に保全することになる。適応策を考える上では、特に生態系が持つ調節サービスに注目すべきであろう。また、管理放棄された人工林を効率的に見つけ、対応を検討することも重要であろう。さらに、人口減少に伴う土地利用の変化を先取りし、グリーンインフラへ転換することができれば、洪水や土砂災害危険地からヒトの撤退が可能になる。地球温暖化に伴う日本の適応策は、自然・社会システムの大きな変化を見据えながら検討すべき時期に来ている。

〔引用文献〕

- CBD (Convention on Biological Diversity) (2009) Connecting Biodiversity and Climate Change Mitigation and Adaptation: Report of the Second Ad Hoc Technical Expert Group on Biodiversity and Climate Change. Montreal, Technical Series No. 41: 126 pp.
- European Union (2013) Building a Green Infrastructure for Europe. ISBN 978-92-79-33428-3 doi:10.2779/54125 (http://ec.europa.eu/environment/nature/ecosystems/docs/green_infrastructure_broc.pdf からダウンロード可能)
- 井上涼子・中村太士 (1993) 流域環境整備における流出抑制施設の役割－札幌市伏籠川の事例－. 水利科学 212: 45-65.
- 中村太士 (2011) 治山事業百年の歴史と将来展望－生物多様性と生態系サービスの視点から－. 水利科学 322: 68-81.
- 中村太士 (2014) 人口減少社会における自然再生. 生物多様性コラム The MIDORI Press. http://www.midori-press-aeon.net/jp/column/20140523_post_16.html.
- UNEP Finance Initiative (2012) The Natural Capital Declaration (<http://www.naturalcapitaldeclaration.org/wp-content/uploads/2013/10/NCD-booklet-English.pdf> からダウンロード可能)

気候変動下における山岳リゾートの将来展望と適応策

東海大学観光学部教授 田中 伸彦

1. はじめに

約7年ぶりに更新された気候変動に関する政府間パネル（IPCC）の第5次評価報告書によると、2100年の地球の平均気温は、産業革命以前よりも4℃上昇すると予測されている（正確に記せば3.7～4.8℃）。現在、国連の温暖化対策シナリオでは、気温上昇を2℃未満に抑えることを目標としているので、ほぼ倍の勢いで温暖化が進むと警告されたことになる。

平均気温が4℃も上昇すると、もはや地球上のどんな地域でも温暖化の影響を避けることは難しい。その危機感を共有するため、2014年9月、世界気象機関（WMO）は、未来の地球がどうなってしまうのかをビジュアルに伝える意図で、世界各国の「2050年の天気予報」をシミュレーションしてYouTubeで公開した。その中には「日本版」の動画もある。その動画によると、2050年9月には、お彼岸を過ぎても猛暑日が列島各地で続き、京都の紅葉はちょうどクリスマス前後が見頃になると報じられている。おそらく正月の京都も、さぞ紅葉が美しいのであろう。現在、京都の紅葉は11月の中・下旬ぐらいが見頃なので、1カ月以上後ろ倒しになる計算である。

今年が2015年とすると、2050年まで残り35年しかない。要するに、これは遠い未来の話ではない。多くの若者が、将来実際に体験し得る範囲内で起こる変化である。毎年同じように季節が繰り返すことが常識ではなくなり、日々季節感をリセットせざるを得ない時代に入ってきたと言っても過言ではない。

古代中国で開発され、江戸時代に渋川春海らによって改良された二十四節気や七十二候に基づいて、20世紀までは昔の人と同じ季節感を共有しながら

ら、日本人は伝統的に暮らすことが可能であった。しかし 21 世紀には、もはやそれも難しそうである。

四季折々の季節感あふれる豊かな自然に合わせて、毎年同じツアーを企画してきた日本の観光戦略も、大幅な見直しを迫られることになるであろう。ましてや、本論のテーマである山岳リゾートが立地する高標高地域では、低地よりも気候が大きく変動することが想像に難くない。そのため、50 年後、100 年後に向けて、山岳リゾートをどのように気候変動に合わせて変えていくのかを真剣に考え、実行に移さなければならない。

2. 二酸化炭素削減に関心が高い観光業界

山岳リゾートは観光地である。そのため、山岳リゾートの将来は、世界中の観光地の長期展望をどう描くかという広くくから俯瞰的に考えていく必要がある。

加えて言えば、山岳リゾートは自然環境に大きく依存している。気候変動によって山岳地域の自然環境がどう変わるのか、そして変化する自然環境の中で、我々はどのような山岳リゾート活動が可能であるのかをしっかりと予測し、適応策を考えなければならない。

ただし残念ながら、気候変動と観光との関係については、現在適応策まで

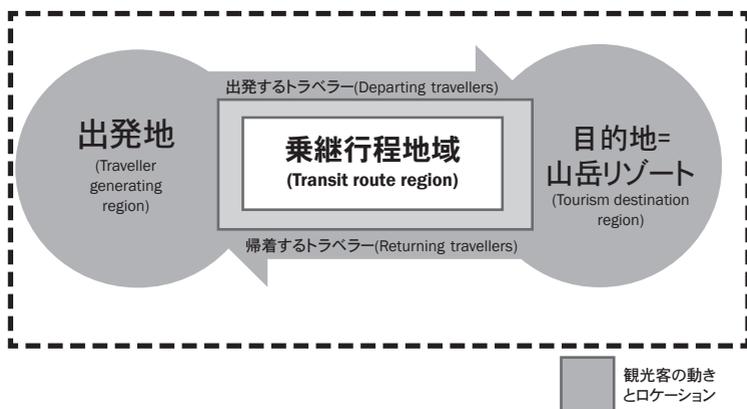


図 1 観光という現象の概念図 (Leiper 1979,1990,2008 を改変)

気が回っているとは言い難い。どちらかといえば、温暖化の原因となる二酸化炭素の排出をいかに抑制するかという点に関心が集中している。現在、世界の観光業界は、地球温暖化の被害者という立場よりも、二酸化炭素を排出する加害者としての立場に大きな責任を感じている。例えば、国連世界観光機関（UNWTO）の試算によると、全世界の観光活動による二酸化炭素排出シェアは4.95%とされている。その内訳を見ると、航空産業40%、自動車輸送32%、宿泊産業21%等となっている（塩谷2008）。その事実に向き合い、二酸化炭素の削減を考えることが、今の観光業界に向けられた重大な使命となっている。

観光とは、図1に示すとおり、旅行者の出発地から、乗継行程地域（トランジット）を經由して、目的地に向かい、再び戻ってくるという現象の総体を指す。山岳リゾートという目的地だけを考えると、自然豊かなイメージが先行し、二酸化炭素の排出とは縁遠い。山岳の自然はむしろ吸収源であろう。しかし、それに甘んじてはいけぬ。山岳リゾートのような遠隔地に向かうことこそ、目的地にたどり着くまでの移動やトランジットの過程で、排出源である飛行機や自動車を長距離にわたって使うのである。そして、そもそもリゾートとは排出源となる宿泊施設の長期利用を前提とした観光地である。従って、山岳リゾートの適応策を考える際には、このような二酸化炭素の排出に関わる配慮も重要になることを忘れてはならない。

3. 日本における気候変動と観光に関する研究

ところで、観光地は気候変動の影響を実際に受け始めているのであろうか。ここでは、主に日本国内における実態報告や研究成果に焦点を当てて簡単に振り返る。

一般に、気候変動が及ぼす観光地への影響にはマイナス面とプラス面がある。マイナス面は、珊瑚の白化現象や雪不足に伴うスキー場の閉鎖、流水や樹氷など冬の自然現象の消滅などが挙げられる。プラス面は、積雪で冬季閉鎖を強いられていたゴルフ場が通年営業可能になるという事例が挙げられる。また、間接的な影響には、収穫可能な農産物の変化に伴う地域特産物（郷土料理やお土産）への影響や、生物相の変化による旅先での感染症への対策

などもある。

「そこにあるものを資源として活用する。言い換えれば、その場に無い観光資源は使えない。」という移設不可能な産業としての観光業の宿命として、気候変動の影響は、場所ごとにプラスになる場合もあれば、マイナスになる場合もある。

個々の観光地に対する対症療法としての適応策はケースバイケースで、数十kmしか離れていない場所であっても、適応策のカルテは大きく違ってくる。雪不足でスキー場を閉鎖せざるを得ないすぐ隣で、真冬にトレッキングやゴルフが行えるようになるのである。山岳リゾートには、個々の地域の自然の変化に合わせて、己^{おのれ}のあり方を変化させ続ける配慮が今後必要になるといえよう。

ところで、気候変動の影響に関する調査研究については、我が国では21世紀に入る頃から徐々に緒に就き始めた。

例えば、畑中ら（2000）は地球温暖化がスキー場周辺の経済に及ぼす影響を予測している。そして、1℃の気温上昇で、スキー場の営業可能日数が5.6～18日短縮することや、長野県の経済効果の目減りが2600億～3100億円生じることなどを指摘している。類似の研究は2010年にも公表され（中口2010）、気象庁のRCM20というモデルを用いた予測の結果、日本国内のほとんどのスキー場で2100年に積雪量が減少し、2008年のスキー滑走可能日数と比較すると、2050年には可能日数が3分の1、2100年には6分の1程度に減少するとされている。

また、海外の事例も報告されている。例えば、スイスのアルプスやネパールのヒマラヤを対象に考察した結果、スキー産業の衰退はもとより、山岳景観の魅力の喪失や永久凍土の融解に関連した災害などが懸念され（渡辺2002）、ヒマラヤの温暖化に伴い氷河後退で登山道が寸断された事例などが報告されている（山森2009）。

観光資源への影響については、茨城県水戸偕楽園の梅の開花状況の変動に伴い、祭りと開花時期とが乖離する可能性や（石内他2011）、氷瀑で有名な茨城県大子町の袋田の滝の凍結減少に伴う観光満足度の減少などの懸念を指摘した研究などが見られる（石内他2012）。

この他にも、直接観光に関する事象を扱ったものではないが、気候変動に

伴う高山植物の枯死や景観相の変化など、山岳生態系の変化に関する研究は数多く行われている（国際環境研究協会編 2014 など）。これらの情報も山岳リゾートの将来像を考えるためには重要である。

ただ、トータルで見ると、気候変動が観光に与える影響の研究は幾らかは行われているものの、山岳リゾートを直接意識して気候変動に関連付けて研究した事例はほとんど見られないことが分かる。

4. 影響を与えるのは気候変動だけではない

気候変動が山岳リゾートに与える影響に関する研究が少ないことには訳がある。実のところ、現在日本の山岳リゾートの行く末に多大な影響を与える要素は、気候変動よりも、国民の余暇活動の嗜好変化であり、人口減少なのである。

例えば、レジャー白書によると、日本のスキー人口は1993年の1770万人をピークに減少し始め、2012年には560万人と約3分の1にまで落ち込んでいる。ちなみに、2012年度のスノーボード人口は230万人いるが、両者を足しても790万人と、スキー人口のピーク時の半分にも達しない。

また、団塊世代の高齢化に伴うゴルフ人口の減少も懸念されている。同じくレジャー白書によると、ゴルフ人口も最盛期には1500万人程度いたものが2006年に1000万人の大台を割り、2012年には790万人まで落ち込んでいる。もともとゴルフは団塊の世代を中心に人気の高いスポーツであったため、この世代が65歳を超える2015年以降には更に減少が加速すると懸念されている。このように、気候変動にかかわらず、山岳リゾートの主要アクティビティーは嗜好の変化による衰退が懸念されているのである。

また、「日本創成会議」の人口減少問題検討分科会が2014年6月に発表した長期推計によると、現在約1800ある市区町村のうち、2040年には896の市区町村で20～39歳の女性が5割以上減り、このうち523市区町村では人口が1万人未満になる。こうした自治体の多くは、山岳リゾートが立地する中山間地域にあり、消滅の恐れがある。人口の減少を食い止めるためには、2012年に1.41だった合計特殊出生率を、2025年までに1.8まで高める必要がある。このような人口減少への対策は気候変動以上に深刻で

あることが分かる。

以上の状況を考えていくと、山岳リゾートの将来展望を描くに当たっては、気候変動への適応策はもとより、余暇の嗜好変化への適応策や、国内人口の減少に伴う対応策などを全て考慮したハイブリッド型の対策を考えなければいけない。

5. そもそもリゾートは日本に定着しているのか

さらに話を引き戻すようで恐縮であるが、「リゾートそのものが、そもそも日本国民に根付いているのか」という大きな疑問がある。欧米人とは違って、日本人にとってリゾートは、定着したライフスタイルとなっていない気がしてならない。

リゾートとは「しばしば訪れる場所」という意味を持つ。しばしば訪れると言っても、もちろん仕事や出張で訪れる場所ではなく、余暇時間に自分の意思で訪れる非日常空間のことを指す。

リゾートがある国に定着するためには、確固とした余暇に対する価値観が確立されることが重要である。例えば、欧米の思想の源となっている古代ギリシャのアリストテレスは、余暇をパイディア、アナパウシス、スコレーの3種類に分けて考えている（表1）。そして、人間はこの3種類の余暇をバランス良く過ごすことで人間性が維持・回復できる。そのため、欧米のリゾート地では、これら3つをバランス良く提供するためのソフト開発が欠かせない。欧米の山岳リゾートでは、その点が考慮されているのだが、日本でどのように計画された山岳リゾートがどれだけあるだろうか。

また、リゾート地では、ある程度まとまった時間を過ごすことが欠かせな

表1 アリストテレスの余暇の定義

類型名称	定義	対応する現代用語
パイディア (paidea) 型	気分転換や気晴らし、娯楽などのこと	アミューズメントなど
アナパウシス (anapausis) 型	疲労の回復としての休息・休養、労働に備えての保養	レクリエーションなど
スコレー (scholē) 型	真理と自己理解の追求、知性に即した生き方	コンテンプレーションなど

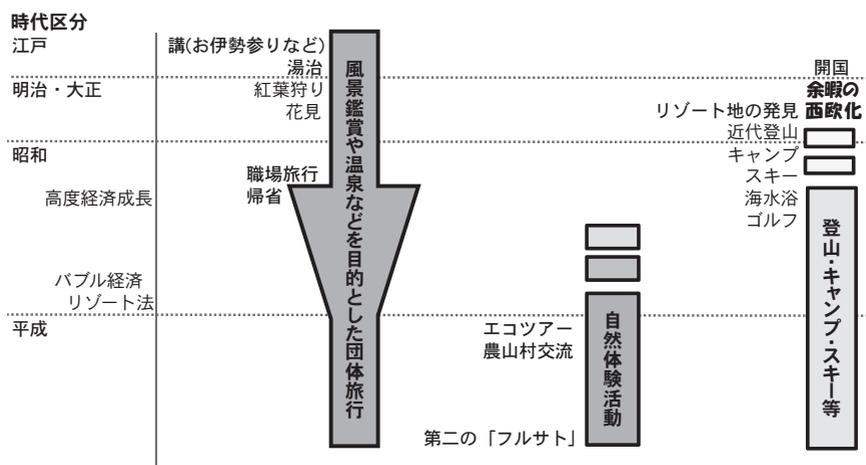
参考：(財) 余暇開発センター（1989）『90年代のレジャーマインド』169-170

い。その点で日本はまとまった休暇を取る制度や習慣が定着していない。せいぜい数日といった限られた余暇期間に、バランス悪くパイディア的娛樂のみを詰め込み、人間性を回復できないまま家路につくことが少なくない。この点は1930年代に数週間以上のまとまった休暇を取ることを国民に義務付け、ライフスタイルとして習慣化させたフランスなどの欧州大陸諸国と、雲泥の差である。

6. どのようなリゾートが求められるのか

山岳リゾートをはじめとする日本の自然地域のリゾート観の変遷を、環境省の資料を基にまとめたのが図2である。日本の山岳地域では、江戸期から講や湯治などに関連したリゾートが存在した。実際江戸期には余暇文化が成熟し、今と違って確固たる余暇思想が庶民の間に共有されていた。

その後、明治に入り、外国人により軽井沢、日光、上高地などの山岳リゾートが発見、開発されるとともに、スキー等のスポーツが紹介され、リゾートにおける西洋型の過ごし方が日本に浸透し始めた。その結果、日本では江戸期以前から見られた伝統的リゾートと、明治期以降に導入された新たな西洋



(環境省資料をもとに、筆者が加筆・修正)

図2 日本人の自然地域におけるリゾート観の変遷(概念図)

式リゾートとが山岳地域に混在するようになった。

昭和に入ると、リゾートとは縁遠い1泊2日の職場旅行が大衆化する一方で、実家への帰省が、ある意味リゾート行動として機能していた。帰省によって昭和の都会っ子たちは山の自然に長くふれあう機会を得たのである。ただ、現在は祖父母世代も都会居住者が増えているため、その機会は減少している。

そして時代が平成に移る頃、日本はバブル期の総合保養整備地域整備法(リゾート法)の狂乱と挫折を経験した。日本人は、高度経済成長とバブル景気に浮かれるうちに、リゾートが人間性を維持回復するために大切な余暇空間であることを忘れ去り、巨大な経済効果を生み出す消費の対象と見るようになった。もちろん、リゾート地が活性化し、経済が潤うことは歓迎すべきだが、リゾートの本来の意義を見失った経済開発は未来へのレガシーを残さなかった。

しかし、バブル経済が弾けた後、エコツーリズムやグリーンツーリズムが徐々に浸透していることに希望が見いだせる。山岳リゾートでも、この新たなツーリズムの形態を取り入れて持続可能な観光を推進することが期待される。

リゾートのコンセプトは、「伝統的な湯治」や「西洋的なおしゃれな高原」に限る必要はないし、限ってはいけない。いわゆる、日常を忘れた高級志向の「リゾート気分」を助長する概念も必要だが、かつての昭和の「帰省的」コンセプトに加え、これからは伊藤洋志・pha(2014)の提唱するような新たな「フルサト」をつくるマルチハビテーション的半居住的訪問という形態も、山岳リゾートに取り入れるべきであろう。

7. 山岳リゾートの将来を考える際に念頭に置くべきポイント

最後に、山岳リゾートなどの自然地域を活用する観光を計画するに当たっての3原則を紹介して、本論を締めたい(表2)。

第一の原則は「自然は訪れるに値する」である。ごく当たり前の原則であるが、山岳リゾート開発に当たっては、なかなかこの原則が守られない。山岳リゾートでは、得てして金銭的な採算性だけに目を奪われ、人が幸福になるため訪れるに値する自然環境の持続性を無碍にする行為が後を絶たない。

具体的に例示すると、美しい自然景観地の真ん中に醜いホテルを建設して

しまった結果、その醜いホテルの中からは美観が堪能できるが、ホテルの外からはその不自然な建物がどうしても目に入ってしまい、自然の魅力が台無しになってしまったということが国内の彼方此方にある。つまり、訪れるに値する自然とは何かを、山岳リゾートの計画者がしっかりと理解できていなかったのである。貴重な自然や美観や奇観など、魅力的な自然は人を引きつける最大の要素であり、それを損なってはいけない。今後の気候変動に合わせて、どのような自然が魅力的なのかを、計画者は常に把握しなければいけない。

次に「自然は保全しなければ壊れてしまう」ことも重要な原則となる。広大な空間や斜面を有効活用したアクティビティが山岳リゾートの特性である。広大な空間ではトレッキングやゴルフなどの活動が、斜面ではスキーやパラグライダー、ラフティングなどの活動が楽しめる。気候変動に合わせて、自然を破壊しないように、持続性を考慮した将来のアクティビティを定める力量が観光計画者に求められている。

現在でも、高山植物は一度来訪者に踏み荒らされると、回復に数十年、場合によっては数百年の時間が必要だといわれている。それに輪をかけて、気候変動により、植生や動物・昆虫相は大きく変化するだろう。気候変動で山岳動植物は生存の危機にさらされているわけである。心ない観光活動によって、自然の破壊を加速させることがあってはならない。

最後に「自然は恐ろしい」という原則も忘れてはならない。世界で発生する地震の10分の1は日本周辺で発生している、そして、台風や梅雨の集中豪雨による災害が毎年のように発生している。また、山岳地特有の災害としては、雪崩や崖崩れ、土石流、山火事、火山の噴火などが想定される。これらの災害は気候変動により増加することはあれ、減少することはないであろう。

表2 自然地観光において留意すべき3原則

要素	計画者が留意すべきこと	例
自然は訪れるに値する	人間には創り出せない自然の観光的魅力の発見・維持	景観美、動物の躍動、避暑避寒
自然は保全しなければ壊れてしまう	過度な利用の禁止、適切な利用法の確立	人為の山火事、高山植物の踏圧
自然は恐ろしい	人智を越えた災害等が起こる可能性	崖崩れ、土石流、噴火、暴風雨、落雷

う。日本は世界的に見ても災害の巣窟である。リゾートの来訪者の安全と安心を守るためにも、「自然は恐ろしい」という原則を観光計画者は今以上に肝に銘じる必要があるだろう。

〔参考文献〕

- 石内鉄平他（2011）地球温暖化による観光資源への影響分析－水戸偕楽園を事例として－ 土木学会論文集 G（環境）67(5) 1_255-1_262
- 石内鉄平他（2012）地球温暖化による自然観光資源と観光客への影響分析－茨城県大子町袋田の滝を事例として－ 土木学会論文集 G（環境）68(5) 1_111-1_119
- 伊藤洋志・pha（2014）フルサトをつくる：帰れば食うに困らない場所を持つ暮らし方 東京書籍 305pp
- 国際環境研究協会編（2014）山岳生態系の生物多様性と気候変動：実態把握と将来予測に向けて 地球環境 19(1) 96pp
- 塩谷英生（2008）地球温暖化の観光産業への影響について 公益財団法人日本交通公社研究員コラム 30 <http://www.jtb.or.jp/researcher/column-globalwarming-tourism-effect-shioya>
- 中口毅博（2010）地球温暖化がスキー場の積雪量や滑走可能日数に及ぼす影響予測－気象庁 RCM20 予測を用いて 44(1)71-76.
- 「2050年の天気予報（NHK）」 <https://www.youtube.com/watch?v=NCqVbJwmyuo>
- 畑中賢一他（2000）地球温暖化がスキー場周辺地域の経済に及ぼす影響 農村計画論文集 2 67-72
- 山森欣一（2009）温暖化による登山ルートの変化・変更と敗退 日本山岳文化学会論集 7 121-124
- 渡辺梯二（2002）山岳地域の観光開発と温暖化 科学 72(12) 1271-1275
- Leiper,N. (1979) 'The framework of tourism. Towards a definition of tourism, tourist and the touristic industry', *Annals of Tourism Research* 6(4), 390-407
- Leiper,N. (1990) 'Tourism systems', Massey University Department of Management Systems Occasional Paper2, Auckland
- Leiper,N. (2008) 'Why "the tourism industry" is misleading as a generic expression: the case for the plural variation "tourism industries"', *Tourism Management* 29(2),237-251

地球温暖化対策は今年の COP21 で第 2 段階へ

本気度が問われる日本の姿勢

朝日新聞シニアライター 竹内 敬二

地球温暖化対策を取り決めてきた京都議定書の次の規制枠組みは、2015 年末にパリで開かれる気候変動枠組み条約第 21 回締約国会議（COP21）で合意されることになっている。うまくいけば、米国や中国など主要国全てが参加するものになり、温暖化対策はすっきりとした形で第 2 段階に入る。しかし、COP21 を直前に控えた 14 年のできごとを振り返ると、実効性ある枠組みづくりに向けた準備は十分とはいえない。交渉の先頭に米中が立つようになったが、より積極的な規制につながるかどうか。日本では、自然エネルギーの増加にブレーキをかける方向に、電力の固定価格買い取り制度（FIT）を修正する政策が打ち出されて、混乱、停滞している。



写真 1 青森県で建設中の大間原発＝2014 年 12 月

1. 新枠組みは「自主目標の持ち寄り」で

2014年12月にペルーで開かれたCOP20での合意概要は次の通りだ。

- ①新しい枠組みでは「共通だが差異ある責任」の考えを反映させる。
- ②途上国に対する先進国の一層の資金援助を促す。
- ③20年以降の温暖化対策の目標（削減目標など）を準備できる国は15年3月までに提出する。

ここまで合意できたことでCOP21での合意が展望できるようになった。新しい枠組みの内容は京都議定書と大きく変わる。最大の相違点は「義務」から「自主」への転換だ。京都議定書では、先進国の削減がトップダウンで義務として決まっていた、守れなければ罰則もあった。米国はこうした束縛を嫌って離脱し、途上国も義務を持つとはしなかった。

新枠組みは、各国が「自国でできそうな自主対策・目標」を持ち寄る形を取る。「多くの国が参加することを優先させた制度」といえる。

問題は、自分で考えるので全体に緩い目標になりそうなことだ。そこで各国の目標を相互にチェックする「事前検証制度」を取り入れる議論があった



写真2 ペルー・リマで開かれたCOP20＝2014年12月

が、COP20 では中国など途上国が反対して消えた。大きな後退といえる。

現在の交渉では「温暖化を 2℃未満に抑えよう」が暗黙の目標になっているが、これまでに各国が提出した削減案を合計しても、「2℃未満」はまったく守れない。全体の削減水準をいかに上げるかが今後の問題だ。

2. 国内対策が遅れ、「どうする」といえない日本

COP20 では多くの国が、二酸化炭素 (CO₂) など温室効果ガスの削減目標を発表した。米国は「25 年までに 05 年比で 26～28%削減」、中国は「30 年ごろに排出を減少に転じさせる」、EU は「30 年に 90 年比で少なくとも 40%削減する」だった。

日本の望月義夫環境相が述べたのは、08 年の洞爺湖サミットのころ、G8 サミットなどで言及された数字だった。「我が国としても、50 年までに世界全体で 50%減、先進国で 80%減という目標を改めて掲げ、貢献してまいります」。主語は「先進国全体」「世界全体」であって、「日本がどうする」ではない。日本国内の目標については「できるだけ早期に出す」というだけだった。

日本も「05 年比で 20 年に 3.8%減」という目標を持つが、言わなかった。見劣りするので、言いにくかったのかもしれない。日本は「日本がどうする」ということを話さない、話せない国になっている。

足元では日本の温室効果ガスの排出は危機的な状況になっている。

- ①08～12 年では 6%削減を達成したが、リーマンショック後の 10 年度から排出は増え続け、13 年度 (速報値) は過去最大になった。
- ②社会の省エネ度 (GDP 当たりの温室効果ガス排出量) で「日本は進んでいる」と言ってきたが、近年欧州は省エネを進め、英仏はすでに日本の水準を抜いた (環境省データ)。一人当たりの CO₂ 排出が 90 年比で増えている先進国は日本とスペインくらい。
- ③国内の目標は民主党政権時の「20 年までに 90 年比 25%削減」から、自民政権での「05 年比 3.8%削減」に変わり、これも変わる可能性がある。そして 20 年以降の数字はない。この混乱で地方自治体は温暖化対策が策定できずに困っている。

日本政府は「原発再稼働がはっきりしないと温暖化対策も立てられない」と内外に説明し、ある程度理解されてきたが、原発再稼働を待つ以外に、めばしい温暖化対策をやっていないことも明らかになりつつあり、国際社会の目は厳しくなっている。「3.11 モラトリアム」はいつまでも続かないという雰囲気だ。

3. IPCC 第5次報告書～緩和、適応、レジリエンス

14年にはIPCC（気候変動に関する政府間パネル）の第5次報告書（AR5）が発表された。いつも議論になる人為的な温暖化が起きているかどうかについては、「1951年から2010年に観測された世界平均気温の上昇の半分以上は、人為起源の温室効果ガス濃度の増加および他の人為起源の強制力によって引き起こされた可能性が極めて高い」という強い表現で不確かさをほぼ払拭した。AR5が示す過去と将来の温暖化は次のようなものだ。

- ①1880年から2012年に世界の平均気温は0.85℃上昇。1986～2005年平均に対して21世紀末には最大で4.8℃上昇する。
- ②1901～2010年に世界平均海面水位は19cm上昇した。21世紀末には1986～2005年平均より最大で82cm上昇する。
- ③1901年以降、北半球中緯度で降水量は増加した。今後、湿潤地域と乾燥地域での降水量の地域差が拡大する。
- ④21世紀末には北極域の夏の海氷がほぼ消失する可能性がある。

AR5の特徴は、温室効果ガスの排出を減らす「緩和」だけでなく、「適応」にも同等に力を入れていることだ。海面上昇や気温上昇の農業への打撃を見据えて対策を立てることが柱になる。

日本では「森林を南北に連結させて緑の回廊をつくり、動物、植物が生態系変化に適応しやすくする」「穀物の品種変え」「ヒートアイランド対策」「熱中症予防の情報提供」などが有効な適応策と考えられている。

温暖化の打撃やストレスに対し、多面的に、しなやかに対応する能力は、近年「レジリエンス」（復活力、弾力的に立ち直るの意味）という言葉で表される。

4. REDD+ ～森林の継続的パワーへの期待

温暖化は化石燃料の大量消費のイメージが強いが、森林の減少、土地利用変化の影響も大きい。IPCC は「歴史的に見て地球温暖化の原因の 3 分の 1 は土地利用の変化」と分析している。特に 19 世紀以降の森林減少によって、CO₂ 吸収力が落ちた影響が大きい。

最近世界的に森林減少が落ち着き、1980～90 年代には、森林減少による温室効果ガス排出割合は 20% だったが、2000 年以降は 12% に縮小した。国際社会の大きな目標は「近い将来、土地利用からの排出を差し引きゼロにして、その後は純吸収に転じさせる」ことだ。そのためには森林伐採、森林減少を食い止めるだけでなく、より積極的な「緩和策」としての森林の増加、森林管理が必要になる。

期待されるのが「REDD+^{レッドプラス}」という仕組みだ。途上国が森林を保護する活動を行い、それに対して国際社会が経済的に支援する。木を伐採して木材や土地を利用するより、保護する方が地球規模での利益があることを認識して、その利益を地元に与える仕組みだ。森林保護は生物多様性を守る意味でも価値がある。

ただ、うまく制度をつくらないと、土地利用を過度に制限して、住民の生活基盤を奪うことにつながる。周到な保護計画づくりと、それを適宜、国際社会が評価し、保護に見合う持続的支援の両方が欠かせない。インドネシア、コンゴ民主共和国、ペルーなどで試行錯誤が続いている。

BECCS という概念も注目され始めた。CCS (二酸化炭素の回収・地中貯留) は、石炭発電所などの排気ガスから CO₂ を分離し、地中深く埋める技術だ。BECCS は「バイオエネルギー CCS」であり、木材の燃焼利用で発生した CO₂ を地中に埋める。木材はもともと空気中の CO₂ が木材の形で貯留されたものなので、燃やしても、温暖化を進めるとは考えない。その CO₂ を回収・貯留すれば、より効率よく CO₂ を減らせる、というものだ。まだ概念の段階だ。

日本は京都議定書第 1 期に、森林吸収を積極的に使った。年間の排出の 3.5% ほどになるので、6% 削減の義務達成には決定的に重要だった。これを COP21 で合意される予定の新枠組みでも、同様に使うつもりだ。森林を健

全な吸収源として維持するために、管理するお金の確保が重要になる。「森林吸収源対策税制」をどうするかが議論されてきたが、14年度では結果が出ず、15年度に議論されることになった。

日本の活動でもう一つ重要なのは、木材を積極的に利用し、森林の循環を進め、林業を成立させることだ。日本の木材自給率は2000年に18.2%まで落ちた。最近では28%ほどになっているとはいえ、使用量、自給率の両方が着実に上昇する仕組みにはなっていない。

REDD+にしる、日本の吸収源保護税制にしる、有効な制度づくりには、CO₂排出にはお金がかかる仕組み、CO₂排出に値段を付けることが必要になる。しかし、日本政府は「CO₂の価格付け」には消極的だ。

5. FIT に早くもブレーキ～自然エネ政策の後退

2000年代に入り、先進国を中心に風力、太陽光発電が急速に伸びている。日本でも2012年7月からFITが始まった。ところが、導入が増え始めた矢先の15年1月、導入に急ブレーキをかけるFITの見直し(省令改正)があった。

きっかけは太陽光発電計画の多さだった。太陽光は買い取り価格が高かったこと、風力では3～5年もかかる環境アセスがなく手続きが簡単なことが大きな理由として挙げられる。制度開始から2年後の14年6月末段階で、

表 各電力会社の太陽光発電の接続可能量

	太陽光発電			風力発電
	現行ルールにおける接続可能量	接続申込量 (2014年11月末)	接続申込量 (2014年10月末)	接続可能量
北海道電力	117	251	287	56
東北電力	552	619	1076	200
四国電力	219	219	250	60
九州電力	817	1322	1776	100
沖縄電力	35.6	33	57	2.5
北陸電力	70	63	98	45
中国電力	558	429	532	100
合計	2369	2936	4076	564

参考：経済産業省資料から

(単位は万kW)

政府の認定を受けた発電所の計画は 7178 万 kW だったが、大規模な太陽光発電（非住宅）が全体の 92% の 6604 万 kW を占めた。

この状況を受けて、9 月末、北海道、東北、四国、九州、沖縄の 5 電力が「買取りの協議を中断（保留）する」と発表した。経産省は審議会を立ち上げ、14 年 12 月に、北陸、中国の 2 社を加えた計 7 社の「接続可能量」を発表した。かなり小さな数字だったが、経産省はこれに基づいて 15 年 1 月から FIT の運用を見直した（表参照）。FIT の運用変更は次の通り。

- ①小規模発電設備でもいざというとき出力を抑える（発電停止）。住宅用太陽光発電（10kW 未満）にも適用する。
- ②年間 30 日までとされている制御（発電停止）を「時間単位」に変え、制御可能時間（日数）を伸ばす。

これによって自然エネ開発にブレーキがかかるのは確実にになった。しかし、接続可能量の計算方法については、あまりにおかしいと批判が出た。

一つは原発の過剰な評価だ。全原発が再稼働し、震災前の高い稼働率で動くと考える。電力業界の願望ではあるがリアリティーはない。その残りのスペースで自然エネがどれだけ入るかを考えるので余地は小さくなる。

東北電力では電源開発（Jパワー）が青森県に建設中の大間原発さえ計算に入れている。大間は全炉心でプルトニウム燃料（MOX 燃料）を使う原発だ。世界に例がなく、安全審査がどうなるかも分からない。うまくいっても運転開始は 2021 年度だ。「今のルールで今の接続可能量を計算している」というのに、原発だけは遠い将来の可能性も入れている。電力会社による巨大な「空押し」といわれている。

中国電力の原発は島根原発 1～3 号機で計 265 万 kW。これが震災前の稼働率（76%）で年中動くと考える。しかし、1 号機（46 万 kW）は廃炉の方針であるし、3 号機はまだ建設中だ。当面、動きそうなのは 2 号機（82 万 kW）だけというのが現実だ。

二つ目は、北海道と本州をつなぐ北本連系線など、会社間の連系線をほとんど使わない前提で計算していることだ。日本の送電線は電力会社ごとに分割で運用され、融通をほとんど行わない。運用が窮屈になり、自然エネも多く入らない。

要するに、自然エネの導入を増やす方策は考えず、現行ルールを目いっぱい

い保守的に使って、接続可能量を小さく見せる計算といえる。

自然エネの実力は各国の発電に占める割合に現れる。13年のデータ（水力を除く）では、スペインが26.4%、ドイツ20.9%、英国13.6%、米国6.2%、フランス4.7%、日本2.2%だ。

風力だけで約2300万kW（日本は270万kW）が導入されているスペインでは、1日の大半の時間で全電力の半分以上を風力が占めることがある。気象予報を利用して前日から「自然エネはいつどのくらい発電するか」を予測し、送電会社REEの「再生可能エネルギー制御センター」（CECRE）がIT技術を駆使して全土の自然エネの電気を一元管理し、問題なく運用している。そのオペレーターは1人だ。こうした技術は日本にはない。

6. 日本は冷笑的な温暖化対策からの脱却を

世界の温暖化対策は1990年代から始まった。2014年は世界平均で「観測史上最も暑い年」になるなど、この約25年の間に気温は着実に上昇している。

排出をみると、中国の温室効果ガス排出は1990～2010年で2.76倍になり、世界1位になった。米国の現在の排出は90年比で4.3%増にとどまる。2005～12年では10.2%も落ちた。EUは90年以降排出量は19.2%も落ちた。日本は1990～2012年で8.8%増加、05～12年でも0.5%減少の横ばい。いま国際交渉の主役は米中だ。京都議定書では削減義務を持たなかった両国だけに、どういう新枠組みを目指すのかが気になる。

一方で、温暖化対策への日本の姿勢はかなり変わった。日本は、排出削減を頼っていた原発が全て停止し、排出が増え続け、その状況で新しい枠組みの交渉の最終段階を迎えた。

追い込まれた状況にあるといえるが、ある意味で必然的な帰結といえる。京都議定書をつくるまでは日本政府も温暖化対策にそれなりに熱心で、国際交渉でも存在感があった。しかし、米国が離脱した後は「議定書は不平等条約だ」と言い続け、ついにCOP17で「日本は京都議定書の第2期の削減義務を負わない」と離脱した。しかし、離脱しただけで、以降、「日本はこう考え、どうする」といった独自の国内対策を展開したわけでもない。

日本政府はしばしば他国の温暖化対策を強く批判してきた。京都議定書はもちろん、「排出量取り引きはマネーゲームを呼ぶ」「自然エネは変動する電気で質が悪い」「日本がそんなに対策を頑張る必要はない」などなど。一方で、原発には過剰に期待、依存してきた。現在の日本の状況は、そうした積み重ねのツケといえる。日本はまだ温室効果ガスが減る社会産業構造にはなっていない。

COP21 に向けて、そしてそれ以降の世界の温暖化対策交渉で存在感ある国になるには、温暖化対策への冷笑的な態度を改め、それをエネルギー政策の基本に取り入れた国内政策を展開することが必要だ。

トレンド・レビュー

CLTは国産材利用拡大の救世主となりうるか

東京大学名誉教授 有馬 孝禮

最近の木材業界、あるいは国や都道府県など行政周辺の木材に関わる話題の中心はCLT（Cross Laminated Timber、直交集成板）、木質バイオマス発電、木材海外輸出である。このうち建築物に直接関わるものはCLTであるが、これら三つは互いに少なからぬ影響がある。我々はしばしば「日本は資源のない国」という発言を耳にするが、木材は我が国を代表する再生可能な資源である。そして国土および人々の生活に関わるものだけに、その資源の持続性には十分な配慮が必要である。

敵対関係を伴わずに出現

さてCLTを使った建築物の出現に関しては、1974年に枠組壁工法（ツ-

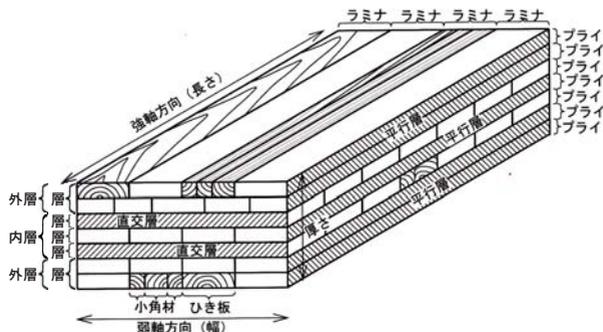


図1 直交集成板の構成概念図（日本農林規格）

バイフォー工法) が我が国でオープン化した時の雰囲気似ている。しかしながら、今から 40 年前の、いわば黒船来襲のような雰囲気と大きく異なるのは、CLT の展開が国産材や我が国の木造建築に対して敵対関係ではないところにある。枠組壁工法の出現当時は、低層の戸建木造住宅を中心とした木造需要の奪い合いが見られた。それと大きく異なり、CLT は住宅以外の用途やコンクリートや鉄鋼系との競争や共存に、可能性を秘めているところに期待があると思われる。

1973 年は新設住宅着工戸数が 190 万戸余を記録した、我が国戦後の高度成長の一つの区切りの年であった。と同時に第 1 次オイルショック、為替レートの変動相場制移行など、本格的な国際化の波に入った年でもある。住宅関連では、プレハブ（オープン化以前に建設大臣認定で建てられていた枠組壁工法住宅もプレハブとみなされていたし、統計上も 1987 年までプレハブとして扱われていた）と熾烈な競争関係にあった在来工法木造住宅の担い手である大工・工務店において、まさに枠組壁工法が黒船来襲だという反応が多く見られた。

枠組壁工法の構造・施工方法は、北米の一般在来工法といえるものである。建物を構成する製材品（ディメンションランバー）も輸入品であったから、



写真 1 CLT を用いた社員寮
(外観からは木造かどうか分からない)

林業関係者、国産材製材業者から冷やかな対応を受け、敵対関係にあった。国産材にこだわる真壁木造、在来軸組工法の大工・工務店も、それに呼応する形であった。その一方、旺盛な住宅需要の中で規模を拡大しつつあった地域ビルダーなどでは、北米産針葉樹であるベイマツやベイツガの利用が一般化していた。従って木造住宅関係者の間でも、枠組壁工法への賛否そして対応はさまざまであった。

木材のボリューム感で期待が過熱

CLTは発祥の地であるヨーロッパ諸国で、X lam（クロスラム）とも呼ばれている。直訳すれば交差積層木材ともいえるが、2013年に告示された日本農林規格では「直交集成板」となっている。厚さ3cm程度の比較的厚い幅広の板（製材板、ラミナ）を並べたものか、横はぎ（板を幅方向に接着）して面状にしたものを、直交するように重ねて接着し、厚いパネル状の面材にしたものである。日本農林規格では厚さは36mmから500mmとなっており、パネルの幅が300mm以上、長さが900mm以上となっている。このような大きさの板は、壁や床など利用するシステムによって、さまざまに展開ができるようになっている。まさに木材の塊で、Timberそのものともい



写真2 CLTによる^{くたい}躯体

える。すでに我が国でも 2.7m × 6m の寸法のパネルを製造できる装置が稼動している。その形状からクロスラミナパネル、交差積層パネルという方が我が国の既存のイメージからなじみやすい。ALC 板（気泡コンクリート板）の木材版といえる。集成材や LVL（単板積層材）は柱や梁などの軸材としての利用が一般的であるが、大きな断面寸法の厚い板を作ることも可能である。ヨーロッパでは、このような厚い板や軸材を組み合わせるような構造を「マッシュホルツ」という名称で呼び、1990 年代の終わりごろから見られるようになっていた。

木材は湿度変動に伴う膨張収縮に方向による差異（異方性）があるが、CLT が集成材や LVL による厚い板と大きく異なるのは、製材の板を直交するように重ねて接着しているので、寸法変化に異方性がなく、寸法の変化量が少ないことである。このように CLT は面材と軸材を兼ねたような特性があり、膨張、収縮を等方性に近づけた大きな厚板である。従来の木造住宅や建築物の技術発展は構造的な合理性に基づき、資材は断面を小さく薄くするという、スリム化に向かうのが一般的であった。それに対して CLT の最大の特徴は、圧倒するような木材としてのボリューム感にある。「CLT への期待が過熱している」といわれるような雰囲気が生じた原因は、このボリューム感にあることは否定できない。使用する木材の量からして新たな需要の創出に木材関係者は期待し、構造や設計に関わる人たちは、この厚く大きな板が新たな工法や用途の展開へつなげると期待するからである。

さらに国や地方の議会や行政関係者も強い関心を持っている。そこには国内の木材資源の充実や地域の活性化を背景として、「長期優良住宅の普及の促進に関する法律」（2009 年 6 月施行）と「公共建築物等における木材の利用の促進に関する法律」（2010 年 10 月施行）、さらに「都市の低炭素化の促進に関する法律」（2012 年 12 月施行）など木材利用に関係する法律が立て続けに生まれたことが影響しているのであろう。高度成長期の終焉^{しゅうえん}、為替レートの変動相場制移行により、経済の国際化が始まって 40 年余を経過した現在は、失われた 20 年の「静の時代」から、再び「動の時代」に向かうという時期だけに、CLT への期待感が膨らむのかもしれない。

このような周辺の勢いに押されるように CLT の日本農林規格は 2013 年 12 月に公示され、国土交通省では法的整備、研究機関では建築物に関わる

技術的な研究開発が進められている。しかしながら、あまりにも過熱して我が国林業の救世主のごとく扱われるのにはいささか疑問がある。今後の林業・木材産業に関わる重要な需要開拓の部門だけに、一步一步の対応が必要と思われる。特に、冒頭で述べた木質バイオマスのエネルギー利用などと並んで、木材資源の持続性、地域の活性化に関わる問題だけに、地域特性に応じた配慮が重要と思われる。

背景に、温暖化防止対策としての木材の有利性

少々古い話になるが、2008年6月に宮崎市で第10回木質構造国際会議(WCTE 2008、World Conference on Timber Engineering)が開かれ、世界38カ国525人(うち外国人300人)の木質構造研究者、技術者による先端研究発表と技術交換が行われた。この会議に関しては、当時のマスメディアをはじめ国内の木材、行政関係者の反応の鈍さに落胆した思いがあった。我が国ではすでに2007年、CLTの7階建て実大建物による耐震実験が、兵庫県三木市にある「Eーディフェンス」でイタリアと共同実施され、まさに木の塊でできた壁と床の建築物が、大規模の地震に対して十分耐えられる結果が示されていたにもかかわらずである。一方、宮崎県のスギ人工林の資源



写真3 内装仕上げで躯体は分からない

量とスギの材質に、CLT への展開を頭に描いた諸外国の研究者や技術者は決して少なくなかったことが会話の中で感じられた。そして 2010 年 6 月、イタリアのトレントで WCTE 2010 が開催され、大会冒頭の基調講演の中でヨーロッパの動きとして紹介されたのが CLT であった。すでにヨーロッパ諸国で 1990 年代後半からいろいろな形で試行され、レンガなどの組積造の施工体系が基本にあるので抵抗が少なかったと思われる。

中層建築物の木造化は各国とも確実に進んでいる。その背景に、ヨーロッパ諸国の木質構造を取り巻く情勢変化がある。すなわち地球温暖化対策の深化に伴う建築資材の製造・使用時に関わる省エネルギー性は木材が圧倒的に有利であること、人工造林木が再生可能で持続的な資源であることへの期待である。近年、枠組壁工法が主体であったカナダや米国でも CLT が動きつつある。地球温暖化防止対策として、世界的な資源・エネルギー問題、さらには木材資源状況の変化が背景にあることは、関連情報や使用されている現場を見れば明らかである。

製材板への技術的対応に課題

あらためて CLT の普及に向けた課題を探ると、まずは、原材料の調達、CLT の製造方法そのものについて、いろいろな対応が必要となってくる。

特に大量に必要となる製材板、すなわちラミナに関わる周辺課題は避けて通れない。欧米諸国における木造建築物の構造躯体を構成する木材は製材板が中心で、寸法体系に規則性があり、汎用性が高い。それに対して国産材の構造材料としての製材は柱、梁などが中心になっているので、製材板の生産とは違う整理、対応が必要である。従って、国内では製材板としての強度、歩留まりを重視した木取りや乾燥などの技術的対応に、多くの課題を包含している。基本構成要素である製材板が、人工乾燥、接着、フィンガージョイント（縦継ぎ）などの組み合わせを前提にしているだけに、生産工程におけるカップ（幅反り）や曲がりなどに関わる歩留まり、エネルギーに関わる木質バイオマス燃料など、地域に応じた対応連携も必要となる。

CLT の製造装置設置については、規模や形式によって対応が大きく異なるはずである。受注の要求条件などを考慮すれば、製材板の生産、受注に対

する緩衝機能としての製材板のストックや用途に適した丸太選別、その丸太のストックなども重要となるであろう。特に大型の木造建築物は一般の住宅とは異なり、見込み生産で対応することは難しいからである。

さらに木材の幅広い用途、小ロットにどのように組み合わせ、ストック方法などで対応するかも課題である。特に国産材を対象としたCLTの製造段階については、原木、製材、ラミナなどの材料供給はもとより、生産に要するエネルギーや運搬など広範囲への配慮、連携が最大の課題と思われる。木材、木材製品は1964年の丸太非関税化以降の50年余、国際化の波にさらされてきたが、今後も国際競争の中にあることは間違いないからである。

木材としての特性の把握を

CLTは木材の塊のようなものであり、鉄筋コンクリート造やALC板などが主体であった建築物に利用展開されることが予想されている。特に居住環境との関係で木材の持つ物理的な特性、熱伝導性や熱容量、吸放湿性、防耐火性、耐久性がどうなのかは関心と呼ぶ。防耐火性への危惧が、我が国で建築物への木材利用を制限してきた歴史もある。そこで近年、防耐火性能の確保が、不燃性材料による木材の被覆、燃えしろの確保、燃え止まり層の設置



写真4 CLTを用いたバイオマス発電施設(カナダ)

などによって、行われるようになってきた。

現在は、木材利用が地球温暖化対策や資源の持続性の観点で進められるのはもとより、生活者にとって「なぜ木材か」が問われる時代であると考えたい。例えば、木材は他の建築材料より密度が極めて低いので蓄熱量は小さい。都市のヒートアイランド現象や、ビル冷房が切れた時の部屋の温度上昇、すなわち、むわっとした暑さから想像できるはずであるが、木造躯体とコンクリート躯体では、内部を石膏ボードで同じように被覆した内装であったとしても、熱や水分の吸放出はかなり違うことが考えられる。

木が見えるか、見えないかにかかわらず、木造建築物が熱伝導性、吸放湿性、熱容量などで、どのような特性を示すのかは、もっと把握していくべきである。住む人の行動や冷暖房設備、その使用状況など、極めて多彩な要因と関係があるだけに単純な結論は出しにくい。だが、こうした視点は省エネルギーへの関心や住まい方、生活行動への自らの問いや意識に変化をもたらす可能性を備えている。それは、すなわち大気中への二酸化炭素放出削減や資源の持続性確保といった環境対策の根源に関わる、生活者との接点であるからである。

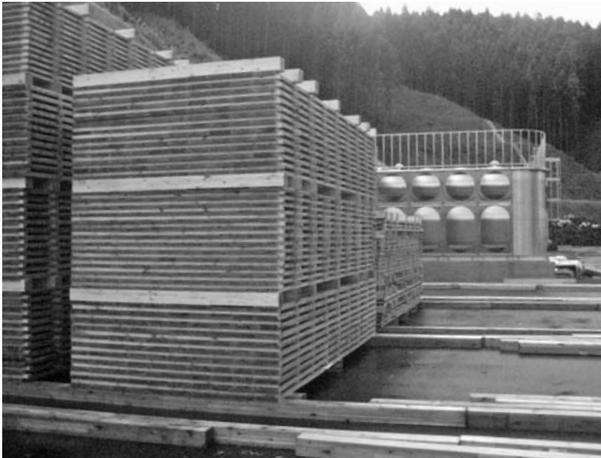


写真5 ラミナの生産体制が鍵

震災復興と防潮堤

立命館大学環太平洋文明研究センター長 安田 喜憲

海と共に暮らす生活を取り戻したい

「どうせ住めないのに、なぜこんな立派な防潮堤を造るのですか。それよりも早く仮設住宅を出て、ちゃんとした家に住みたい」

こうした声が3.11東日本大震災からもう4年目を迎えようという被災者から出始めていた。

復興に際して、まず行政が真っ先に対応したのは、巨大な津波から住民の生命をどう守るかだった。

もちろん住民の生命財産を守るのは行政の責任だが、その守り方の順番が逆転していたのではないか。まず住民の生命を守るためには、住民が美しい故郷で豊かな暮らしができることを最優先すべきだった。暮らしの再建を最優先の課題にすべきだった。あと30年後いや50年後に来るか来ないかもわからない巨大津波から生命を守ることを最優先したのは、間違いだったのではないか。

それは科学者にも責任がある。政府の中央防災会議の意見に代表されるように、災害の危険性を説くあまり、肝心の被災者の生活再建をどうするか議論がどこかへ飛んでしまった。生きとし生けるものの生命の在り方よりも、物理現象を追い求める科学の世界を優先する姿勢が影を落としている。

仙台平野には立派なコンクリートの防潮堤が完成しつつある（写真1）。しかし、その背後の津波に襲われた名取市閑上^{ゆりあげ}の街並みは、津波に襲われた当時のまま、いまだ放置されている。もちろんガレキは撤去されたが、コン

クリートの土台のまま、町の再建によやくめどが立った状態である。

行政側は言う、「コンクリートの防潮堤が完成しないと土盛りの高さが決められないので、まちづくりを始めることができない」と。これは本末転倒ではないか。まず住民の暮らしを再建することが最優先であり、防潮堤の建設はその後でよかった。

宮城県の村井嘉浩知事は、東日本大震災の直後の2011年6月に、県議会で相沢光哉議員が質問された時、「巨大なコンクリートの防潮堤を造ってくれと政府に陳情に行った」と答弁されたそうである（相沢議員談）。その村井知事の決断は、もちろん東北の人々の生命を津波から守りたいという必死の善意から出たことであろう。

しかし残念ながらその決断は正しくなかったのではないか。その前にやるべきことがあったのではないか。それはまず被災した住民の暮らしをどう立て直し、海の資源を東北の未来のためにどのように生かし、東北の沿岸漁村の歴史と伝統文化をどう守るかを、考慮されるべきではなかったのか。堤防の建設よりも、住民の暮らしを立て直すことを最優先されるべきであったのではあるまいか。

1万年以上にわたって海と共に暮らしてきた東北人の歴史と伝統文化、縄文時代以来の日本人独自の自然との共生の在り方を見れば、日本人をそ



写真1 仙台平野の海岸に完成した立派なコンクリートの防潮堤。建設直後は白くてきれいだが、数年もたつと汚く汚れてくる（撮影安田喜憲）

の生きる力の源である海と遮断しては、生きる力が湧いてこないのではあるまいか。

確かに震災直後に人々は津波の恐怖におびえ、一日も早く巨大な津波から自分たちを守ってくれる巨大な防潮堤の建設を願った。だがそれは恐怖におびえた一時のことで、時間が経つとともに人々は平常心に戻り、やはり美しい海との共生を望むようになっていく。

人間は巨大なコンクリートの防潮堤に囲まれては暮らせない（写真2）。人間の命は美しい自然、生きとし生けるものの命が輝く自然に囲まれてこそ輝くのである。

たとえ巨大なコンクリートの防潮堤によって50年に1回訪れる津波の被害から逃れることができたとしても、大地の生命力が萎え、海の命の輝きと隔絶され、美しい風土が失われ、人と人のコミュニティーが失われた中では、人は暮らせないし、生きていけないのである。

住民が望むのは、海と共に生き続ける日々の暮らしの快適性である。美しい海を眺め、潮騒の音を聞き、海のおいをかぎ、海の豊かな魚介類を採って共に助け合いながら暮らす。それが海辺で生きるということなのである。



写真2 白くきれいだった巨大なコンクリートの防潮堤は灰色に変色して汚くなり、背後の家々は3.11の津波でほとんど流されてしまった（撮影安田喜憲）

森・里・海の命の水の連環を断ち切る防潮堤

巨大防潮堤の建設は、「津波の恐怖におびえる地元住民の生命と財産を守るために必要不可欠だし、公共事業によって経済の再生を図る」という大義名分が後押しした。喜んだのは大手ゼネコンの人々である。これで長い不況を脱出できるかもしれない。だがコンクリートをはじめ資材が足りない。入札に応募する業者は少なく、必ずしも儲かる仕事ではないことが見え始めてきた。

ものすごい圧力の津波が襲ってくれば、全長 160km もある巨大な防潮堤が、今度は崩れ、二次災害さえ引き起こしかねない。

とりわけ宮城県北部のリアス式海岸に高さ 10m 以上の防潮堤を造ろうと思ったら、堤防の高さと底辺の幅は 1 対 5 の関係になっており、底辺の片幅は 50m 以上にもなる。台形の堤防を造るから、底辺の幅は合わせて 100m 以上にも達する。ところがリアス式海岸の砂浜の幅は 50m もないから、おのずから海岸をコンクリートで埋め尽くし、海底にまで防潮堤を延長しなければならなくなる。

例えば、海水浴で有名な気仙沼市の大谷海岸には、高さ 9.8m の防潮堤を



図 1 宮城県御伊勢浜海岸に造られる高さ 9.8m の防潮堤で、美しい海水浴場は全て堤防の下になる（日置道隆氏提供）

計画している。その場合、底辺の幅は100m以上にも達する。海水浴でにぎわうビーチは、完全に堤防の下になる（横山 2013）。御伊勢浜海岸は震災前は海水浴客でにぎわう美しい海岸だった。ところが震災で地盤が沈降して砂浜が減少した上に、高さ9.8mの防潮堤が建設されれば、海岸は完全にコンクリートの下になる（図1）。

田中克氏によれば、この海と陸の境界の波打ち際が最も生物多様性の高い所である（田中 2008）。ベンケイガニのように山の谷間で暮らす生き物たちが海で産卵する場合もある。その生き物が最も多く生息する海岸を、コンクリートで埋め尽くし、山と海の連環を断ち切ることは、どう見ても正しい行為とは思えない。鳴き砂浜をはじめ三陸のリアス式海岸はこの世のものとは思えない美しい海岸であるが、もしそこに防潮堤を造ることになれば、それらもコンクリートの防潮堤によって覆われてしまうことになる。

しかも、こうした砂浜海岸を、人工的に造ろうとしてもなかなかうまくいかない。砂がなかなか定着しないのである。生きとし生けるものの命あふれるビーチは、自然からの贈り物なのである。

それとともに、地下に支持杭を何万本と打ち込むことが問題である。高さ10m以上、底辺の幅100m以上に達する巨大な重さの防潮堤を、軟弱地盤の海岸部に構築するためには、地盤の固い沖積基底礫層にまで達する支持杭としての矢板を、何万本と打ち込まなければならない。その莫大な数の矢板によって、宮城県豊かな海を支えてきた森・里・海の地下水の流れが大きく

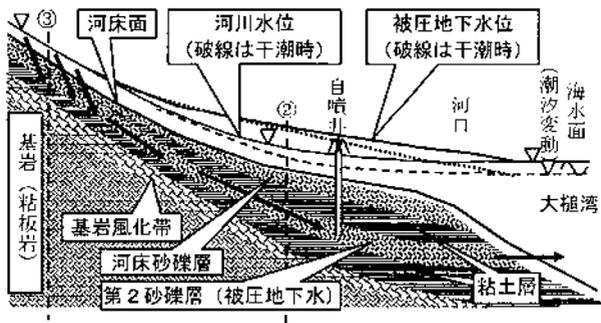


図2 森・里・海の水の循環を示す岩手県大槌湾の地下水の循環模式図。鷲見哲也「平成15年度湧水環境調査報告(水循環調査)」(森鐘一氏提供)

く変わる。

森は海の恋人運動で牡蠣^{かき}の森を植林した畠山重篤氏が実証したように、宮城県沿岸の豊かな海は、背後の森によって支えられている（畠山 2006）。森の栄養分が海に流れ、プランクトンを育て、そして豊かな漁場をつくっているのである。その森の栄養分を海に運ぶのは地表を流れる川だけではない。森鐘一氏ら（図 2）は、岩手県大槌町の調査で森の栄養分の運搬には、表面を流れる川だけでなく、地下水の流動が大きな役割を果たしていることを突き止めた（森氏談）。地下水が森の栄養分を海に運ぶのに、極めて重要な役割を果たしているのである。

森の栄養分を含んだ地下水が海底から湧き上がることで、プランクトンを育て、魚を育てているのである。それはすでに富山湾などで実証済みのことでもある。

それは戦後、巨大なダムが造られ、各河川の流水量が激減したのに、日本近海の海の豊かさが減らなかったことから分かる。川の水が減少しても、地下水が森の栄養分を海に運び込んでいるから、日本近海の海は豊穰^{ほうじょう}の海であり続けることができたのである。

森の防潮堤を構築する

しかも、塩分の影響を受ける海岸のコンクリートの劣化は早い。30 年も経てば、コンクリートの防潮堤はボロボロになっているだろう。しかし、地震などの自然災害のリズムは、はるかに長周期である。コンクリートがボロボロになる 30 年よりはるかに長い周期で次の巨大津波はやってくる。これまで巨大津波が 30 年以内に襲った例は皆無である。次の巨大津波がやってくるのは早くて 50 年以上先のことである。次の津波が襲来した時には、海岸のコンクリートはボロボロになり、役立たない単なるコンクリートの塊に成り果てている。これに対し、植林した命ある本物の防潮林は、その頃には立派なマツや照葉樹の林になっているだろう。コンクリートは本物の命ある生き物にはかなわないのである。

高さ 1～2m の防潮堤に植林し「森の防潮堤」「森の長城」を築くのである。そうした森の防潮堤構想を提出されているのが宮脇昭先生である（宮脇

2011)。「照葉樹林があったからこそ日本人は今日まで生きてこられたのだ」と指摘され、九州の新日鉄大分製鉄所から始まり、全国にタブノキ、シイやカシ類の照葉樹を植林されている（宮脇 2000、2006、2013）。なぜタブノキやカシ類の照葉樹は津波に強いのか。それは根が直根性で深く広く張るためである（図 3）。

津波に強いタブノキは、岩手県釜石市の太平洋沿岸部まで分布している。だから津波で生まれたガレキで防波堤を造り、その上に照葉樹のポット苗を植林して、「森の防潮堤」を造れというのが、宮脇先生の主張である。私はこのお考えに大賛成である。もちろん OISCA が実施している海岸にマツを植林するのも大賛成である。マツかそれとも照葉樹かを議論する前に、「コンクリートの防潮堤」か、それとも「森の防潮堤」かが問われているのである。太平洋沿岸に 300km にわたる「森の防潮堤」を築く。それはなにも照葉樹林だけでなく、マツも立派にその役割を果たしている。マツも混植した防潮林は、津波で亡くなった方々への鎮魂の森の長城ともなる。日本人の生きる力は森とそこからあふれ出る場の力から与えられる。このことをもう一度思い起こし、宮脇先生が指摘されるように、森の防潮堤を造り、そこにボランティアで植林する「森の長城作戦」を国民運動として展開すべきである。

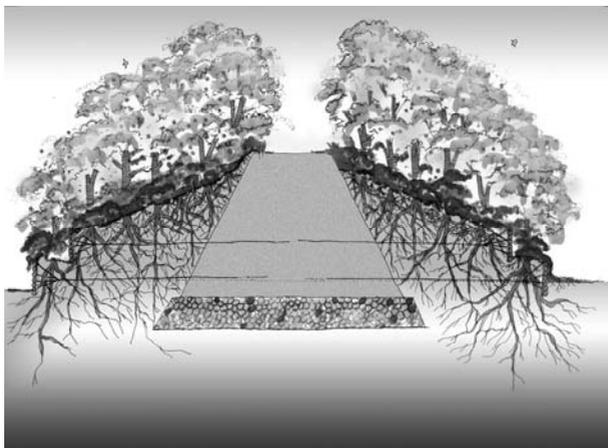


図 3 森の防潮堤の理想的な姿（日置道隆氏提供）

未来の子どもたちに何を残すのか

村井知事は鍵山秀三郎氏との対談の中で「私たちはいまこの時代にも当然責任をおわなければなりません、同時にこれから生きる子どもたちの世代に対しても大きな責任があります」（村井・鍵山 2012）と述べておられる。まさにそのとおりである。

今、私たちは未来の子どもや孫たちにコンクリートの塊を残すのか、森・里・海の水の循環に裏打ちされた豊かな海を残すのかの重大な選択を迫られているのである。

私はどうみても未来の子どもたちに残すものが、コンクリートの塊であるとは思えない。東北大学の若者に授業をしている中で、彼らに「今コンクリートの防潮堤を残すのか、それとも美しい森・里・海の水の循環に裏づけられた風土を未来の子どもたちに残すのかどちらを選択するのか」を問うと、100人の学生の99人は「美しい風土を残すべきだ。コンクリートの防潮堤ではなく、津波から逃げる教育や逃げ道を確保すべきだ」と主張した。一人だけがコンクリートの防潮堤を造るべきだと主張した。それは中国からの留学生だった。

人にはいろいろな考えがあっても、間違った考えの人がリーダーになった時、宮城の子どもたちの未来は封殺される。なぜ日本の国土の70%が森で覆われ、美しい風土が維持されているのか。それは私たちの祖先が森・里・海の水の循環系を維持することを基本に置いたライフスタイルをとってくれていたからである。中国の国土の森は今や16%にまで減少し、砂塵が舞い、激しい大気汚染が広がっても、人々は環境破壊を止めようとはしない。そこには中国人と日本人の自然観の大きな相違がある。

人が生きる力は自然から与えられる。森のささやき、潮騒の音、それらが人間の命の波動なのである。その自然のささやきから隔離された人間には、生きる力が湧いてこない。

私は村井知事と2013年2月5日に面談させていただいた時、失礼を顧みずこう言った。

「あなたは復興を促進した知事として今は高く評価され県民にも人気が高

い。だがこの防潮堤が完成し、美しい宮城の風景が台無しになり、宮城の海が死滅することが分かった時、みんなの反対を押し切って防潮堤の建設を推進した稀代の極悪人として後世評価されますよ」と。

知事は一瞬驚かれた様子だったが、「もう工事が始まっていてそれを止めると大混乱になる」の一点張りだった。そしてこうもおっしゃった。「私も本当は避難道路を造る方が重要だと思うが、住民からの要望が高いのでどうしようもない」と。確かに被災者感情を思えば津波から暮らしを守るために堤防が必要だとの議論はよく分かる。しかし、今は、未来の子どもたちにコンクリートの塊を残すのか、それとも命の森の防潮林を残すのかの選択を迫られているのである。このことを決断するのが未来を見通せる有能な政治家なのではあるまいか。

最近聞いた話だが、村井知事は「私は100年後に高く評価されるだろう」ともおっしゃっておられるそうである。しかし津波に襲われた北海道の奥尻島では、11mのコンクリートの防潮堤を建設してからわずか20年後に、沿岸の海が磯焼けでほとんど死滅してしまった。100年後どころかあと20年後に、村井知事の所業が評価される時がやって来るのではあるまいか。



写真3 巨大な防風柵まで作って植えられ、おまけに保水のための枯れ木を敷いたために、植栽したマツはすべて枯れ果ててしまった。これも国民の税金を使って行われている。遠くに防潮堤が見える（撮影安田喜憲）

若者の未来を封殺してはいけない

いかなる分野にあっても、焦点は未来を担う若者の育成にある。2014年8月12日の読売新聞仙台圏版には、防潮堤の建設を巡る最後の住民説明会(7月29日)の様子が報告されている。高さ14.7mの巨大なコンクリートの防潮堤を宮城県気仙沼市に構築する最後の住民説明会である。

会場には高校生も参加していた。「大人たちのやり取りを聞いていた男子生徒が、意を決したように立ち上がり『防潮堤の必要性が分かりません』と言った。しかし周囲の反応は冷ややかだった。『高校生が何を言っているんだ』と、露骨に厳しい声を浴びせる参加者もいた。初参加の女子生徒は『後世のために』と言うのならどうして私たちの意見を聞いてくれないのだと泣いていた」と記者は書いている。

未来を担う若者の声を聴くことなく、宮城県では今着々と巨大なコンクリートの防潮堤の建設が始まっている。若者は未来を創造しているのである。その若者の反対意見を押し切って建設される巨大な防潮堤は、きっと未来に禍根を残すことになるだろう。

この記事を読んで、「2011年の3.11の東日本大震災の時に、一つのビスケットを三つに分けて耐え忍び、暴動や略奪も一切起こらず、世界の絶賛を浴びた人々も、とうとう耐え切れなくなったな」と私は思った。仮設住宅に3年以上も暮らせば未来どころではなくなる。今の暮らしを立て直し、1日も早くまともな家に住みたい。そんな気持ちが「高校生が何を言っているんだ」という発言を生んだのだと思う。東北人の忍耐強さもとうとう限界にきたのである。心優しい東北の人々をここまで追い詰めてはいけない。

なぜ巨大な防潮堤を造る前に、こうした被災者に1日も早く家を建ててあげ、快適な暮らしを保証できなかったのか。宮城県では今着々と巨大なコンクリートの防潮堤の建設が始まっているというのにである。巨大なコンクリートの防潮堤を造る費用も結局は国民の税金から来ているのではないか。ならばなぜ、被災者に1日も早く快適な暮らしを保証できないのか。それは国と地方のリーダーの無策が招いた失態であると私は思わざるをえない。未来を担う若者の声を聴くゆとりもない状態にまで宮城県の被災者を追い詰

めてはならない。若者は未来を創造しているのである。その若者の反対意見を押し切って建設される巨大な防潮堤は、きっと未来に禍根を残すことになるだろう。

リーダーには「人と未来を見通す目」がなければならない。今、宮城県の子供たちの未来の封殺が始まっているのではあるまいか。

里山と里海を造り、その文化的伝統を守ってきた人々の叡智^{えいち}を未来に残すことは、日本人と日本文化を守り未来に伝えるために、どうしてもなさねばならないことなのである。

「今あなたが国や地方の政治と行政を任されているのは、未来の子供たちのためなのである」「リーダーに先見の明がない時、子供たちの未来は封殺される」。このことをどうか肝に銘じてもらいたい。

これからは「何を造るのか」ではなく「何を残すのか」が我々人類の重要な課題になってくるのである。

〔引用文献〕

- 田中克『森里海連環学への道』旬報社 2008年
畠山重篤『森は海の恋人』文春文庫 2006年
宮脇昭・板橋興宗『鎮守の森』新潮社 2000年
宮脇昭『木を植えよ!』新潮選書 2006年
宮脇昭『瓦礫を活かす「森の防波堤」が命を守る』学研新書 2011年
宮脇昭『森の力』講談社現代新書 2013年
村井嘉浩・鍵山秀三郎「復興への視点」致知、6月号、2012年
横山勝英「津波と共に生きる」ACADEMIA 140 1-19 2013年

森林・生物多様性と持続可能な開発目標 (SDGs) 交渉

地球環境戦略研究機関 主任研究員 吉田 哲郎

地球規模問題としての生物多様性と森林

生物多様性は地球規模で減少の一途をたどっている。2012年に発表された世界自然保護基金 (WWF) の生きている地球指数では、1970年と比較して世界全体で約28%の生物多様性が減少していることが示され、また世界の森林も控えめの試算でも毎年520万ha減少しているとされる (2000年から2010年までの平均) [環境省自然環境局 自然環境計画課]。現在約72億人の世界人口は、毎年平均7800万人増加しており、2050年には92億人に達すると推定されている [UNFPA]。地球生態系への負担が増加することはあっても軽減する兆しは見られない。

我々は森林、生物を食糧、医療、生活用品、その他リクリエーション等に幅広く利用しており、森林・生物多様性は、人間の健康と幸福 (wellbeing) を追求する上で必要不可欠なものである。地球生態系は人類の幸福だけのためにあるものではなく、他の生物の生存のためにも生物多様性を保全していくことが必要である。

また森林は、木材として利用されるだけではなく、空気を浄化し、水質を高め、土壌を豊かにし、土壌浸食を防止するなどの機能 (環境調整機能) も果たしており、人類またその他の生物にとってかけがえのない存在である。特に森林による二酸化炭素の吸収は、人類の直面している喫緊の課題である気候変動を防止するに当たって非常に重要である。大気中に放出される温室効果ガスの約17%が森林伐採によるものであるとされ、農業や交通、住宅・商業ビルなどからの排出よりも大きくなっている [IPCC 2007]。このよう

な森林保全の効用に注目し、REDD+（レッドプラス）と呼ばれる途上国が森林を保全するため取り組んでいる活動に、経済的な利益を国際社会が提供するという取り組みも近年進んでいる。

現代のグローバル化された社会では、食料や原料の往来が非常に複雑である。日本で生活しながら地球の裏側で収穫された魚や果物を消費したり、自分の使っている電気製品が世界各地からの原料で出来上がっていることが日常である。そのため、一国で生物多様性を保全しようとするには限界がある。生物多様性保全は、地球規模で管理されなければならず、そのための地球規模の課題設定が重要である。

持続可能な開発目標

1992年にブラジルのリオデジャネイロで開催された国連環境開発会議（地球サミット）から20年経った2012年、再びリオで国連持続可能な開発会議（リオ+20）が開催された。この会議で2015年に達成期限を迎えるミレニアム開発目標（MDGs）に代わる開発目標として持続可能な開発目標（SDGs）が提案され、その策定が合意された¹。SDGsはMDGsと違い持続可能な開発の3つの側面（経済、社会、環境）に統合的に対応すること、先進国・途上国全ての国を対象とする普遍的なものとするのが決められている。またMDGsの教訓を踏まえて、行動志向型、簡潔、かつ野心的な目標とし、限られた数の目標とすることも合意されている。SDGsが提案された背景には、従来の人間開発の視点に加えて、人間の生存はあくまで健全な地球環境が基盤であること、またその環境が限界に直面しており、より持続可能性の観点を開発目標に組み込んでいく必要があるという共通認識がある。SDGsは、2015年の国連総会でポスト2015年開発課題と統合する形で採択される予定である（図1）。

これはMDGsに続く15年に一度のグローバルな目標設定であり、生物多様性など開発課題の意識向上を図るまたとない機会である。逆に言うとSDGsで取り上げられなかった課題は、2015年以降の開発課題として取り上げられることも少なくなり、国際社会のみならず、その波及効果として国

1 2015年開発課題が正式にはMDGsの後身であるが、SDGsはこの課題に統合される予定である。

内社会でも軽視されかねない。実際 MDGs で取り上げられた HIV・エイズやマラリアとそれ以外の病気の開発会議での扱いに大きな違いが見られることもあった。

2013年3月には目標を策定するため、政府間オープンワーキンググループが設置され、70カ国以上の代表が参加して1年以上にわたって議論がなされてきた。このような交渉では各代表が重要だと思ふ事項を全て盛り込もうとするため、妥協案が優先事項の長いリストになる傾向がある。結局リオ+20では数少ない目標という合意があったものの、2014年の7月に17の目標、169のターゲット案が提示された。これは8の目標と21のターゲットで構成されていたMDGsと比較してもかなり数が多い。これら17の目標案のうち、森林・生物多様性は一つの独立した目標として取り上げられている。海洋生物に関する目標はまた別の独立した目標として掲げられている。これはMDGsではMDG7で「環境の持続可能性」が安全な飲料水へのアクセス、生物多様性の保全などを包括して一つの目標にされていたことを考えると重要な前進であると言える。また水に関する目標では「2020年までに、山地、森林、湿地、河川、帯水層、湖沼などの水に関連する生態系の保護・回復を行う。」のように森林、生態系に関するターゲットがあり、これはい

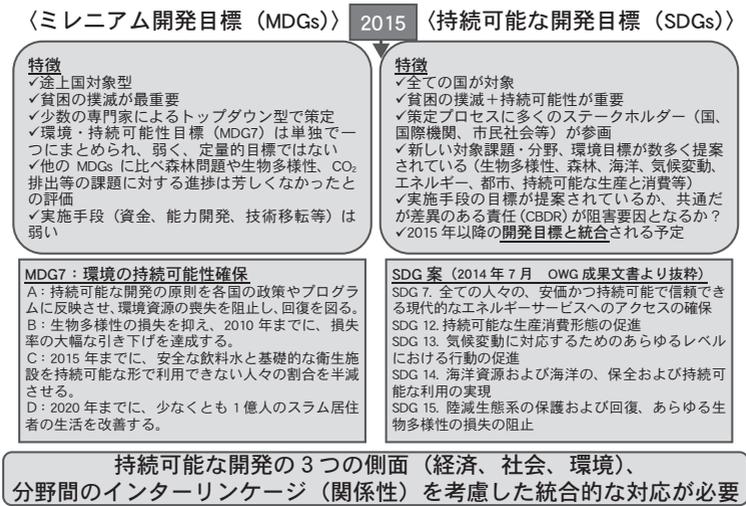


図1 MDGsからSDGsへ

わゆるターゲット間の関係性を認識し、相乗効果(森林を保護することによって安全な水を確保する等)を考慮しているという点で評価できる。

目標から実施へ——既存の生物多様性目標

どんなに素晴らしい目標を掲げてもそれが実施につながらなければ意味がない。これまでも数々の持続可能な開発に関する目標が設定されてきたが、実施につなげるのはそう簡単ではない。これまで森林・生物多様性の分野では、1992年の地球サミットで署名され翌年発効した生物多様性条約(CBD)をベースに目標設定がなされモニタリングが実施されてきた。CBDを基に策定されたグローバル目標としては、2010年目標(2002年策定)、愛知目標(2010年策定)がある。2010年目標では「2010年までに、貧困緩和と地球上全ての生物の便益のために、地球、地域、国家レベルで、生物多様性の現在の損失速度を顕著に減少させる」という文言が2002年に掲げられ、その総括として「地球規模生物多様性概況第3版(GBO3)」が2010年に発表された。

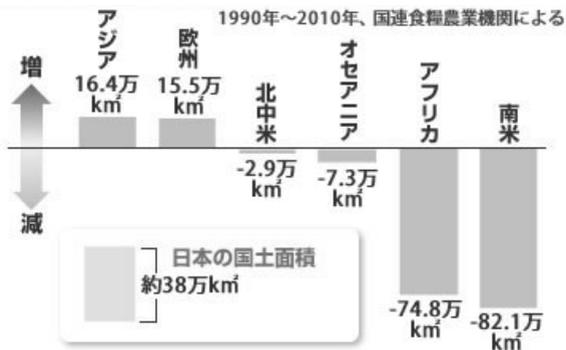
これによると2010年目標によって、現在約170カ国が生物多様性国家戦略・行動計画を有し、また保護地域拡大のための取り組みが進む等「生物多様性保全のための重要な取り組みが促進された」との評価がある反面、15の評価指標のうち、9つの指標で悪化傾向があるという厳しい結果が出ている[生物多様性条約事務局2010]。全体的に見ると、2010年目標の目的である生物多様性の損失速度を顕著に減少させるという目標は達成されていないという結果であった。保護地域でカバーされる面積が増えても、効果的な管理がなされなければ、生物多様性保全にはつながらない。また生物多様性のためのODAは増加したと肯定的に捉えられているが、そのうちの資金が生物多様性のためのODAなのか判断する基準が不明確であり、達成度の信憑性に疑問が残る。手段的な施策は多少進んだものの、生物多様性の損失速度を顕著に減少させるという目標は達成できていないのが現状である。

このGBO3の総括を受けて、目標の空白期間を埋める形で新たな戦略計画2011-2020(愛知目標)が2010年に合意された。この目標の下で「2015年までに効果的で、参加型の改定生物多様性国家戦略及び行動計画を策定し、

政策手段として採用し、実施」することが目標として盛り込まれている。上述の通り、現在約 170 カ国が生物多様性国家戦略・行動計画を有しているが、これは全締約国の 9 割程度であり、残りの締約国の戦略・計画策定に向けてより一層の努力が必要である。また、目標設定、行動計画の策定だけで満足することなく、モニタリング、評価などを通じて実施を強化し結果を出すことが肝要である。

また既存の愛知目標の多くは達成年度が 2020 年に設定されているため、SDGs、ポスト 2015 年開発課題が採択される 2015 年以降もまだ有効である。これらのターゲットも長期にわたる困難な交渉プロセスを経て採択され、各国の合意を得たものであるため、同じ長期的展望に立って SDGs・ポスト 2015 年開発課題にも一貫性を持った形で組み込まれるべきである。愛知目標が存在するから SDGs には生物多様性、森林目標は入れなくてもよいか等、既存条約と SDGs の関係に関する問題は、気候変動と SDGs の間でも議論にも出てきたが、やはり生物多様性、気候変動を語らずして持続可能な開発は語れずというスタンスが主流である。SDGs が享受するであろう注目は、愛知目標等よりも大きいと予想され、そういった意味では愛知目標は SDGs によって再認識され、その達成への努力は加速されると考えられる。

SDGs がどう各国で活用され得るか。SDGs は途上国対象の目標であった MDGs とは違い、先進国を含む全ての国を対象とすることが合意されているが、世界の各国が抱える問題や優先事項は多様であり、世界の全ての国に妥



(朝日新聞、2012.6.5 朝刊より)

図 2 森林面積の増減

当で適切な共通目標を設定するのは難しい。エネルギーや初等教育の全ての人のアクセス等は、先進国では達成済みであるし、また森林に関しても、森林面積の減少は世界中どこでも同じように起こっているわけではない。南アメリカ、アフリカ、東南アジアの熱帯地域で急速に減少している実態がある一方、ヨーロッパや東アジアの一部では植林などにより、森林面積がやや増加している（図2）。また森林減少の原因も様々である。2000年～2010年で見るとオーストラリアでは干ばつや森林火災などが原因で森林面積が減少したが、ブラジル、インドネシア、ナイジェリアなどでは、農地への転用や薪の過剰採取などが原因で大規模な森林減少が進んだ〔環境省自然環境局自然環境計画課〕。

特に森林減少の顕著なこれらの国では違法伐採対策が取られる必要があるが、これらの国では法の執行体制が弱く、違法に伐採する方がより低コストで木材の生産が可能で利潤も大きいいため森林伐採が進行してしまう場合も多い。また林業や森林地域での農業で生計を立てている人々も多いため、安易に森林伐採を禁止するのも難しい。森林伐採を禁止するには、法の執行を強化することが必要であり、また農業従事者、林業従事者の生計向上等も考慮に入れた対策が必要であり、このような関係を考慮した上で目標を設定することが重要である。実際、国際協力機構（JICA）などの森林保護プロジェクトでも農業生産性を上げることによって、森林伐採への圧力を減らすというアプローチが取られている。

また森林伐採を阻止するには、生産国における対策のみならず、消費国で対策が取られることも肝要である。例えば日本は、住宅、紙、家具などの形で木材を大量に利用しており、木材供給量の7割以上を輸入している〔環境省自然環境局自然環境計画課〕。日本では既に採択済みであるが「違法に伐採された木材は使用しない」という原則や、持続可能な形で管理された森林からの木材の使用を義務付ける法律の制定等が必要である。このような対策は国・地域レベルで取られるため、SDGs・ポスト2015年開発課題は、国・地域レベルの優良政策を策定するための良いガイダンスにならない。

目標の落とし込みと多様な主体の参画

2010年目標や愛知目標の下では、締約国の国家戦略および行動計画の策定・実施が求められた。SDGs・ポスト2015年開発課題を実施につなげるためには、やはり同様の国レベルへの目標の落とし込み、各国による目標、戦略の策定が必要になるであろう。これは各国の動機を高め、また各国の様々な事情、優先事項を国家戦略に適切に反映させるためにも重要である。MDGsでは、各途上国でその扱いがまちまちであった。最貧国などは海外からの資金援助への依存度が高いため、援助国の政策に合わせてMDGsを国家計画に取り入れる国が多かったが、中国等の新興国ではMDGs等にあまりとらわれずに独自の5カ年計画を立てていた。SDGsはあくまで目標であり法的拘束力を持たないため、このようなプロセスを強制することはできないが、世界の全ての国が集結し合意し、策定したグローバル目標というのはやはりかなりの影響力を持つと考えられる。また先進国政府、国際機関、NGO等の援助戦略への影響は、MDGsが大きく援助戦略に反映されたのと同様、大きなものとなることが想像に難くない。

政府が必要な法律や政策を立案して持続可能な社会づくりを促していく役割があるのは言うまでもないが、政府の行動のみでは、持続可能な社会の実現は難しい。気候変動対策にしても生物多様性保全にしても企業や市民の行動なくしては、実現することはできない。そういう意味でSDGs・ポスト2015年開発課題は市民や企業のための意識向上のツールとしても重要である。効果的な意識向上のためのツールとするには、具体的で簡潔、分かり易い目標とすることが重要である。1992年の地球サミットで採択されたアジェンダ21は、持続可能な開発を実現するための行動計画であったが、40章、350ページ以上にわたる膨大な資料であり、なかなか専門家でも消化するのは難しかった。MDGsは八つの目標で簡潔であったため貧困削減に世界の注意を喚起することに成功したと言われる。SDGsが市民や企業等を動員するためには、やはり10程度の分かり易い目標にすることが必要であろう。

市民の環境・持続可能性意識が高まるにつれ、企業の持続可能性への配慮も浸透している。例えば日用品メーカー大手のP&G等は、工場の動力源を

100%再生可能なエネルギーにする等四つの長期的な持続可能性を実現する展望を設定し、その下で具体的な短期目標を掲げた。森林関連では“2015年までにリサイクル以外の木材繊維は100%第三者認証を得たものを調達する”という中期目標が設定され、2013年には、第三者認証済みの比率を、97%にまで引き上げたという。自然エネルギーに関しては、“2020年までに工場での再生エネルギー使用率を30%に引き上げる”という目標を掲げ、2013年度時点で約7.5%まで実現した [P&G 2014]。

これらは必ずしもグローバル目標に沿って設定されたものではないが、いずれも国際社会が推進している政策とも概ね合致した目標となっている。SDGsもこのような企業、地方自治体、その他市民団体等の目標設定、実施を誘発するような目標になることが望ましい。また世界のメジャーな流通業や日用品メーカーなどが参加する「コンシューマー・グッツ・フォーラム（消費者財フォーラム）」や世界の大企業がメンバーである「グローバル・エレクトリシティ・イニシアティブ（世界電気イニシアチブ）」等、企業や市民グループが自主的に持続可能性目標を設定し、実施を目指す「有志連合（Coalitions of the Willing）」がここ最近とみに増えてきており、この流れを活発化できればなお良い。

相乗効果を活かした目標設定へ

地球の持続可能性を担保するには、あらゆる角度からの対策が必要になってくる。生物多様性の破壊と貧困や汚職、また生物多様性の保全と気候変動等、人類の全ての活動は相互に関連していると言っても過言ではない。再生可能エネルギーを普及させることにより、森林が保全され、生物多様性が保全され、結果気候変動対策となったり、健康上の便益があったりするのとは分かりやすいコベネフィット（相乗便益）の一例である。貧困を解決することによって生物多様性が保全されるというような関連はそこまで分かりやすくはない。生物多様性の保全は単なる野生生物の保護ではなく、人間にとってより良い生活環境を整えることであり、ひいては人間の幸福・健康な暮らしにつながるともいえる。気候変動対策の一環としての食料作物を原料とするバイオ燃料生産などは、逆に食料不足につながったり、森林伐採につなが

る恐れがあり、慎重な環境アセスメントが必要である。

このように多くの目標間、課題間の関連がある中で、それらをうまく整理し、相乗効果を持つ実施につなげるのが、SDGs等のグローバル目標の課題である。異なる発展段階にある国々で共通の目標を掲げることは容易ではない。気候変動交渉等と同様、資金等の実施手段で交渉が難航する可能性は高いが、人類全体としての課題を世界全体で克服するという協力の精神が生まれることを期待したい。

〔引用文献〕

1. IPCC. Climate Change 2007: Synthesis Report. UN report, Geneva: IPCC, 2007.
2. P&G. 再生可能資源－再生可能エネルギー・材料への転換－. 2014. <http://jp.pg.com/sustainability/env2.jsp> [アクセス日: 2014年09月09日].
3. UNFPA. FAMILY PLANNING AND THE ENVIRONMENT. <http://www.unfpa.org/rh/planning/mediakit/docs/sheet3.pdf> [アクセス日: 2014年8月6日].
4. 環境省自然環境局 自然環境計画課. 世界の森林を守るために. http://www.env.go.jp/nature/shinrin/index_1_1.html [アクセス日: 2014年8月5日].
5. 生物多様性条約事務局. 地球規模生物多様性概況第3版. 国連レポート, モントリオール: 生物多様性条約事務局, 2010.

みんなで森の再生

木の駅、森の健康診断

朝日新聞編集委員 伊藤 智章

間伐材活用に地域通貨を絡ませる「木の駅」運動が広がっている。間伐材の搬出や加工に、地元商店でしか使えない地域通貨で「報酬」を払う仕組みだ。報酬で山主の意欲を刺激しつつ、その地域の経済も動かす。市場任せではなく、かといってボランティア精神だけに訴えるわけでもない。岐阜県恵那市などの例を通じ、その源流や魅力を考える。そこには、エコノミスト藻谷浩介氏の言う「里山資本主義」同様、地域に根ざしつつ、ネットなどで外の世界ともつながる、新しい地域おこしの萌芽がある。

木の駅運動

「木の駅」は、高知県仁淀川町の取り組みをもとに、2009年、鳥取県智頭町、岐阜県恵那市などで原型ができ、同県大垣市、秋田県能代市、島根県吉賀町、山梨県道志村など少なくとも24府県45の山村地域に広がった。愛知県豊田市も取り組むが、その現場は、合併で同市域に入った旧町村部。多くは主産業だった農林業が衰退し、人口も減少。一方で大型店の攻勢もあり、地元商店は次々に閉鎖し、お年寄りらが買い物に不自由する悪循環に陥っている地域だ。

取り組んでいる代表例の一つが、岐阜県恵那市山岡町だ。

山あいを行く第三セクター、明知鉄道の駅前にある小さな日帰り温泉、花白温泉が、その現場だ。温泉建物前の線路沿いに、ヒノキの間伐材が山と積まれている。山主や地元の商店主ら約30人で運営する「やまおか木の駅」

プロジェクト」は、ここで展開している。

間伐材や林地残材を持ち込むと、実行委員会から軽トラック 2 台分の 1t 当たり 6000 円の地域通貨「もり券」を受け取ることができる。実行委員会は 1t 当たり 3000 円で花白温泉に売る。価格差は市の補助金などで埋めている。

山主にとって、今まで山の手入れをしてもほとんど売りものにならなかった間伐材が、1 日仕事でカネになる。間伐材や林地残材をまきに加工する手間賃も、もり券で払っている。

ただし、もり券は、花白温泉をはじめ、地域のスーパーマーケット、酒店などでしか使えない。地域通貨のもり券で払うところがミソ。最初の買い取りの時は、間伐材を積んだ軽トラが列をなした。ここでは、「軽トラとチェーンソーで晩酌を」が合言葉だとか。

以前から商工会の商品券も発行していたが、自分たちで新たに通貨を発行し、名前や発行単位まで話し合っ決めていく。面倒なようだが、これが自分たちの「手作り感」を醸し出す工夫の一つ。もり券で買い物に来てくれれば、地域の商店にとって売上増につながる。そもそも地域の商店主ら自身が、小さな山主だったり、仲間に山主がいたりして、「山がカネになる」と刺激を受ける。

まきは、花白温泉のボイラー燃料になる。火力を強めるため、重油も併用するが、初めはまきの乾燥が足りないのに気づかず、重油投入量がなかなか減らせずに、悪戦苦闘した。



写真 1 玄関前にまきを積んだ花白温泉(岐阜県恵那市)

担当した 30 代の若者は、元銀行の調査マン。やりがい求めてこの市民プロジェクトの世界に飛び込み、ボイラーの修理のため現地に 1 週間、泊まり込んだ。ただ、現場で苦悶するだけではないのが、今時の若者だ。森林活用の先進地に学ぼうと、ドイツ語もできないのに、オーストリアまで出張して調査した。ブログで間伐材活用の試みを発信し、「先進地で学んできたい」とアピール。全国の「同志」からカンパを集めて渡航費を賄った。さらに現地で知り合いになった先進地の村長を日本に招き、各地で連続講演会も開いている。

恵那市の場合、近くに温泉のボイラーという大口消費者を確保している分、強い。中東から運んだエネルギーでなく、目の前の山でとれた材料で火をおこし、地域の人たちが温まる、というのも分かりやすいモデルだ。もっと間伐材の活用をすすめようと、簡易な家庭用ボイラーの普及運動も始めている。

恵那市農林課によると、2011 年度は木の駅で 258t を出荷した。2012 年度は 389t、39ha 分、2013 年度は木の駅が 2 カ所に増えて 698t、70ha 分だ。恵那市の人工林は 2 万 600ha もあり、見方によっては、わずかな効果でしかない。でも市にとって、せいぜい数百万円の出費で小規模林家に山に目を向けてもらい、さらに地域通貨でコミュニティーを刺激できる一石二鳥の意義は小さくない。

木の駅は、市価より高い値段で買い取っている。価格差は、補助金で埋めたり、寄付金で埋めたりするしかない。ある意味、ひ弱な「資本主義」だ。ただ、かつてと違い、補助金はずっと続くものではないし、販売価格も変動するため、持続していくためには、販路拡大が必要だ。段階的に補助金を減らされた鳥取県智頭町では、地元の森林組合が協力し、間伐材を県の公共土木事業の草止め、土留め資材に活用してもらうなどした。他では、売価が下がり、逆ざやを埋めきれず、泣く泣く、引き受け量を減らさざるを得なかったところもある。

山の木を利用し、地域の商店も活用し、みんなの意識を地域に向けさせる効果を狙う「木の駅」。地元資源を活用した、地域おこしといえる。

森の健康診断

恵那市の木の駅運動には、前史がある。同市を源流とし、愛知県豊田市な

どを経て三河湾に注ぐ一級河川、矢作川流域で、2005年に始まった森林ボランティアによる「森の健康診断運動」だ。矢作川流域だけで、この10年間に延べ2300人が参加し、この手法は40都道府県に広がっている。

これは木の駅運動の中心でもある、元農林水産省職員、丹羽健司さん（61）らが提唱したもの。有機農業や森林に関心のあった丹羽さんは2001年、農水省の豊田統計情報出張所に転勤した。矢作川流域は、前年の東海豪雨（恵南豪雨）で大きな被害を受けたばかり。矢作川上流で村役場が浸水し、幼稚園舎が流され、豊田市街地も増水した水が堤防からあふれそうだった。この流域の山は、2014年の広島豪雨と同様、崩れやすい真砂土。そして戦後の拡大造林で大量に植林したまま、伐採期を迎えても木材価格の低迷で放置されているヒノキやスギの林が多く、400mmもの集中豪雨に弱かった。あちこちで土砂崩落が相次いだ。

丹羽さんは当時、1000軒の山主にアンケートして、その結果に驚いた、という。「手入れの行き届いている面積の割合」を聞いたところ、客観的には、10%もないはずなのに、回答では32~46%もの「高率」だったのだ。「山主すら山の現状を知らなかった」ということらしい。植林した世代から2代目、3代目に移り、採算割れの森林経営が続くうちに、「素人山主」となっているから、と言う。

一方で丹羽さん自身もそうだが、山に目を向け、進んで森林ボランティアをする都市住民も増えている。そのチカラを山主の意欲を引き出すことに使えないか、と考えた。

協力したのは、隣の愛知県瀬戸市にある東京大学愛知演習林（現、生態水文学研究所）の蔵治光一郎准教授ら研究者たちだ。ここでボランティアが人海戦術で集めたデータを研究者に分析してもらい、行政や山主に生かす、というサイクルが生まれた。もともと



写真2 植物の観察をする森の健康診断運動の仲間たち

蔵治さんは森林学が専門で、「緑のダム」論争にも関心があった。

矢作川の調査の実際はこうだ。

- ① 毎年の参加者約 200 人が 7~8 人のグループに分かれ、約 2km 四方ごとの調査ポイントを担当する。
- ② 任意の中心木の周囲 5m 四方をひもで囲って調査枠を設定する。
- ③ 落ちた枝葉が原型をとどめる落葉層と、分解が進んだ腐植層の面積割合を調べる。
- ④ 枠内で、草と 1.3m 未満の低木の面積割合を調べ、草と低木の葉を撮影し、種類数を記録する。
- ⑤ 1.3m 以上の木の幹の直径を計測し、葉を撮影、種類数を植林した木とそれ以外の木に分けて記録する。
- ⑥ 中心木から長さ 4m の釣り竿を一周させ、直径約 8m 内に、人工林の荒れ具合の指標となる枯れ木、竹の有無を調べる。植林木の幹の直径を 2cm 刻みの巻き尺で計る。



写真 3 木の高さを測る手作りの樹高計を手にする考案者のひとり、原田裕保さん。材料費は約400円と格安だ

これらにより、植林された木の 1ha 当たりの密度、断面積、樹高と直径の比、木と木の間隔などを計算し、林の混み具合を判断する。

調査面積は通常の 8 分の 1 と狭いが、やりやすさを優先し、釣り竿の長さとした。

各グループには、経験者や植物の専門家も含まれていて、山の荒れ具合、また植物の名前を解説する。参加者は、半日山歩き気分を楽しみながら専門家の話を聞いて学ぶことになる。

また静かな山に何百人もの市民が無償で山の調査に入ること自体、木の駅同様、山主たちへの刺激にもなっている。

こんな調査を 2005 年から根気よく

毎年続け、矢作川流域の3県7市町村を二巡し、目標だった10年目の2014年、いったん矢作川流域調査を終了した。データは毎年公表し、手入れ不足の実態をアピール。これらに後押しされ、流域の豊田市が2007年、「豊田市森づくり条例」を制定し、100年の森づくり構想を打ち出した。同市の構想は、10年計画で約1万8000haを間伐し、手遅れ林一掃を目指すもの。同市も林道未整備の山奥には入れず、切り捨て間伐が多く、間伐材活用面では課題もあるものの、山主に任せがちだった山の手入れに市民合意で公的資金を投入する道を開いた。

流域一体

矢作川の森の健康診断運動にも実は前史がある。高度成長時代、農業団体の明治用水土地改良区（愛知県安城市）が事務局になった、矢作川の水質を保全する運動だ。もともと農業地帯だった三河地域で戦後、急速に工業化が進み、河川の水質悪化が問題になった。全国に先駆け、1969年、開発計画は行政の認可前に、同土地改良区や沿川市町村などでつくる「矢作川沿岸水質保全対策協議会」（矢水協）との協議を義務付けている。矢作川方式といわれ、ゴルフ場乱開発などへの歯止めになった。



写真4 矢作川森の健康診断運動10周年の集いで、参加経験を問われ、一斉に手を挙げる人たち

これも「流域一体」の発想で取り組んだもの。

1990年代には、矢作川漁協が中心になった反対運動で、国の矢作川河口堰の建設計画を中止させている。こうした山や川に市民の関心を向ける前史があって、森の健診、木の駅運動につながった。

ただ、流域一体なら、江戸時代の方が進んでいたかもしれない。矢作川と同じ愛知県を流れる木曽川は、名古屋市はじめ愛知県西部の水がめだが、源流は長野県、上流は岐阜県と県をまたぐ。近年、愛知県はじめ各県で森林環境税が始まったが、補助対象は県内に限られている。早い話、名古屋市の水がめは木曽川なのに、市民が払っている森林環境税は、三河の山林保全など



写真5 東海豪雨後、流木が流れ込んだ矢作ダム

に使われているのだ。その点、江戸時代、旧尾張藩は、名古屋城下だけでなく、長野県の木曽地方も藩領とした。島崎藤村の小説の舞台になり、江戸時代の厳しい山林管理で知られるが、当時の方が一体経営の発想があった。

森の健診も木の駅運動も、ネットで方法や成果を発表。関心を高めることに傾注する。実際、その現場に行くと、山で生きがいを求めて参加する都市住民の姿を目にする。山村の多くは、それこそ消滅可能性のある自治体だが、一方でつながりややりがいを求めて足を運ぶ市民の姿を目にする。そこにかすかな可能性を感じる。

〔参考文献〕

「森の健康診断 100円グッズで始める市民と研究者の愉快的森林調査」(築地書館、2006年)

「『木の駅』軽トラ・チェーンソーで山も人もいきいき」(全国林業改良普及協会、2014年)

「里山資本主義—日本経済は『安心の原理』で動く」(角川書店、2013年)

コラム

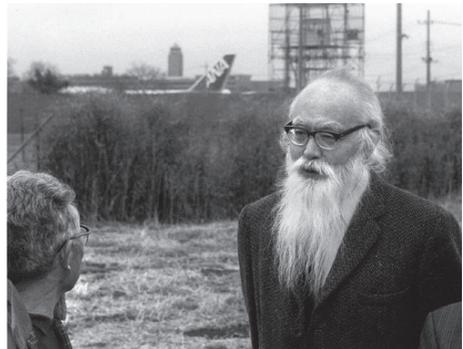
追悼：宇沢弘文氏と社会的共通資本

京都大学名誉教授 松下 和夫

数理経済学や動学的経済成長理論で世界的な業績をあげる一方、自然環境、社会環境を経済理論の中に組み込む理論的な枠組みとして社会的共通資本（Social Common Capital）の概念を提唱し、環境問題や現実の社会問題に真摯に取り組んだ宇沢弘文東京大学名誉教授が昨年9月逝去された（2014年9月18日没、享年86歳）。

共通財産としての自然環境や社会的装置

宇沢氏によると、社会的共通資本とは、一つの国ないし特定の地域が、豊かな経済生活を営み、すぐれた文化を展開し、人間的に魅力ある社会を持続的、安定的に維持することを可能にするような自然環境や社会的装置を意味する。そして自然環境、社会的インフラストラクチャー、医療や教育などの制度資本の三つの大きな範疇に分けて考えることができる。社会的共通資本は、人間が人間らしい生活を営むために重要な役割を果たすものであり、社会全体にとって共通の財産として、社会的な基準に従って管理、運営されるものである。これは、人間の生活、生存に重要な関わりを持ち、社会を円滑



成田空港近くで反対同盟の地主たちと語る
宇沢弘文氏（朝日新聞）

に機能するために大事な役割を果たす資源、モノ、サービス、あるいは制度を、共通の財産として社会的に管理していこうという考え方であるともいえる。これによって宇沢氏は、コモンズという考え方の奥にある理論的基盤を構築した。

社会的共通資本はあくまでも、一人ひとりの市民の人間の尊厳を守り、魂の自立を保ち、市民的自由が最大限に確保できるような社会を志向する、真の意味におけるリベラリズムの理念を具現化するものである。その具体的な構成は先験的あるいは論理的基準に従って決められるものではなく、その時々自然的、歴史的、文化的、経済的、社会的、技術的諸要因を充分配慮して決められる。社会的共通資本は、一つの国ないしは社会が、自然環境と調和し、すぐれた文化的水準を維持しながら、持続的な形で経済的活動を営み、安定的な社会を具現化するための社会的安定化装置といえる。

一般に社会的共通資本は、私有ないしは私的管理が認められないような稀少資源から構成されるが、歴史的ないしは社会的経緯によって、私有ないしは私的管理の形態をとる場合も少なくない。宇沢氏は、社会的共通資本はどのような所有形態をとろうと、その管理、運営は決して官僚的基準に従って行われてはならないし、また、市場的基準によって大きく左右されてはならないと述べている。それぞれの社会的共通資本に関わる職業的専門家集団によって、専門的知見と職業的倫理観に基づいて管理、運営されなければならない、としているのである。

現実社会に向き合った経済学者

宇沢氏は2009年に英国のニコラス・スターン卿とともに、気候変動問題に正面から取り組む経済学者としての傑出した貢献を評価され、ブループラネット賞を受賞した。また、水俣病問題や成田空港問題の平和的解決などにも積極的に関与し、現実社会に誠実に向き合う稀有な経済学者として一貫して活動し、現代経済や文明に対する警鐘を鳴らし、国内的にも国際的にも大きな影響を与えてきた。

気候変動対策に関しては、「比例的炭素税と大気安定化国際基金構想」を提唱し、現実的で実行可能な大気安定化政策として、炭素税の制度化を主張した。ただし、一律の炭素税を課すと、国際的な公正という観点から問題があるだけでなく、開発途上国の経済発展の芽を摘む危険があるとして、その国の1人当

たりの国民所得に比例させる「比例的炭素税」を提案した。さらに、先進工業国と開発途上国間の経済的格差をなくすために大気安定化国際基金の構想を出したのである。

宇沢氏は、一貫してリベラルでアカデミックな環境をこよなく愛し、ともすれば「人間の心」を見失いがちな現代経済学の在り方を深く憂えておられた。そして、一人ひとりの人間的な尊厳が守られ、魂の自立が図られ、市民の基本的権利が最大限に確保できるような安定的な社会はどのようにすれば具現化できるか。このような根源的な問いに、制度主義に基盤を置く社会的共通資本の枠組みの構築によって取り組もうとしたのである。

アメリカのシカゴ大学教授を辞め、1968年に東京大学の助教授として帰国された翌69年から、筆者は大学のゼミで3年近く指導を受けた。ベトナム戦争に突き進むアメリカ社会での生活に苦悩を覚えて帰国した宇沢氏であったが、高度成長の華々しい成果を謳歌しているはずの日本に帰ってきてみると、非人間的な公害問題や自然の破壊、とりわけ歩道も整備されない状態でのモータリゼーションによって危険にさらされる子供たちの姿に心を痛められた。その結果、自らが関わってきた新古典派経済学の枠組みを根本的に見直す作業に正面から取り組み、社会的共通資本論の提唱に至ったのである。社会的共通資本論に基づく『自動車の社会的費用』（1974年、岩波新書）はベストセラーとなり、当時の日本社会に大きなインパクトを与えた。

社会的共通資本の概念は、政策の立案や選択のための重要な制度的、政策的分析の基盤を与えるとともに、新たな時代を切り開くパラダイムとなっているといえる。ただし実際に持続可能で安定した社会を実現するため、現実の社会において、それぞれの社会的共通資本の管理の在り方をどのように設計していくべきかについては、今日の研究者・政策立案者が正面から取り組むべき重要な課題であるといえる。

宇沢氏は『森林環境 2005』の巻頭論文として「森林、コモンズ、社会的共通資本」を寄稿されている。地球環境問題が一層深刻化し、持続可能な経済社会への転換が焦眉の課題として求められる今日こそ、宇沢氏が提起された理論的・実践的課題を想起し、これらに誠実に向き合うことが私たちに求められている。

最後に、宇沢氏の警咳に接し、公私にわたるご指導を受けることができた者の一人として、心からご冥福をお祈り申し上げます。

緑のデータ・テーブル

2014年森林環境年表

〔凡例〕

15日／農林水産省	プレスリリースの出した日／発表省庁・団体
15日／朝日新聞	記事掲載日／朝日新聞東京本社版
15日／朝日新聞・山形	記事掲載日／朝日新聞の山形県版
15日／朝日新聞（西部）	記事掲載日／朝日新聞西部本社版

1月

10日／朝日新聞・熊本

フットバス九州始動へ 4月設立、コースの維持、向上へ

熊本県美里町の美里フットバス協会（会長＝上田泰弘町長）の呼びかけで、九州内のフットバスコースの質の維持、向上を図る認定団体「フットバスネットワーク九州」が4月に発足する。熊本、宮崎、鹿児島、福岡などの各県でコース作りに取り組むNPO法人や自治体などの職員ら約30人が集まった初の準備会合が同町で8日にあり、規約案や運営方針などを協議した。

11日／朝日新聞・愛媛

曲がりヒノキ輸出 愛媛県森連が販路拡大 生産日本へ返り咲き狙う

幹が大きく曲がったヒノキの輸出を、愛媛県森林組合連合会（松山市）が始めた。国内では住宅の柱に使えないなど用途が限られるが、需要の多いアジア圏ではより高い価格での取引が期待できるためだ。2013年11月にベトナムの企業に600本を初めて販売し、2014年は中国や東南アジアへの販路拡大を本格化させる。

15日／朝日新聞

ドイツの電力、再生エネ23% 昨年、「脱原発」進み過去最高

ドイツのエネルギー水道事業連合会は14日、2013年のドイツの総発電量のうち、風力などの再生可能エネルギーによる発電が23.4%で、過去最高を更新したと発表した。ドイツは東京電力福島第一原発事故後に「脱原発」を加速させており、再生可能エネの拡大が続いている。同連合会がまとめた暫定値によると、再生可能エネの割合は前年より0.6ポイント増えた。内訳は風力が7.9%、太陽光が4.5%など。

26日／朝日新聞・愛知

水源の里を守ろう 木曾川集會に150人

名古屋市内で25日、「木曾川源流フォーラム&水源の里を守ろう木曾川流域集會」が開かれ、約150人が参加した。過疎化が進み、山や集落の維持が難しくなっている水源地と、水利用者

の都市住民との交流をどう進めるか、議論した。主催は全国の16の水源地の自治体でつくる「全国源流の郷協議会」など。

27日／国立環境研究所

日本全国さとやま指数メッシュデータを公開

生物多様性の保全と多様な生態系サービスの持続的な利用にとって重要な里山の特性を、土地利用面から抽出して地図化できる指標として開発された「さとやま指数」のメッシュデータが国立環境研究所から公開された。利用に当たっては、同研究所の生物・生態系環境研究センターへ申請する。

28日／朝日新聞・福島

生物多様性戦略、震災の影響を盛る 被災3県で初

福島県は27日、生物多様性の保全や持続可能な利用を図る地域戦略「ふくしま生物多様性推進計画」をまとめた。宮城、岩手、福島の被災3県で初めて、東日本大震災の影響などを盛り込んだ。福島県は2011年3月に第1次の推進計画を策定。震災が発生したため、改訂作業を進めていた。

28日／朝日新聞・千葉

コウノトリを守れ、全国の施設連携

コウノトリの飼育や放鳥を手がける全国の施設が初めて連携し、専門家会議「ニホンコウノトリの個体群管理に関する機関・施設間パネル」を設立した。将来の放鳥に向けて協力を求める。東京・多摩動物公園や、兵庫県立コウノトリの郷公園、千葉県野田市のこのとりの里などが参加した。

30日／朝日新聞（大阪）

ダム去り、トチノキの聖地 滋賀・長浜に西日本最大級の巨木林

滋賀県長浜市で国が計画した^に丹生ダム建設予定地の周辺で、西日本最大級のトチノキの巨木林が見つかった。治水などを目的にしたダムは今年、中止の方向が打ち出されたが、広葉樹のトチノキは周辺のブナ林とともに山の保水力を高めると考えられている。滋賀県は移転住民と協力しながら、「自然のダム」の保全に乗り出す。

31日／朝日新聞

釧路湿原でエゾシカ駆除、環境省初の試み

釧路湿原国立公園で急増するエゾシカ対策として、環境省釧路自然環境事務所は29日夜、湿原に隣接する丘陵地に仕掛けた囲いわなでメス14頭を捕獲した。同省が釧路湿原でエゾシカの駆除にあたるのは初めて。国の特別天然記念物タンチョウなど野生動物の生態系や湿原とその周辺への影響が深刻化しているため。

2月

5日／朝日新聞・京都

天橋立の景観ピンチ、広葉樹の対策を府に要望

白砂青松と賞される天橋立（京都府宮津市）の松並木が広葉樹に侵食されている。このままでは景観が台無しになると宮津商工会議所などで作る「天橋立を世界遺産にする会」（今井一雄会長）が対策を求める要望書を京都府に出した。府の調査によると、1997年には約5200本あったマツが、2013年8月には4525本に減少した。

5日／朝日新聞・高知

バイオ発電所起工式 「利益で森林再生を」

出光興産（東京）、土佐電鉄（高知市）、高知県森林組合連合会の3者が出資する木質バイオマス発電所「土佐グリーンパワー土佐発電所」の起工式が4日、高知市仁井田の仁井田木材団地内にある建設予定地で行われた。燃料を全て間伐材などの未利用材で賄い、燃料チップの破碎と乾燥も発電所内で行う国内初の施設になるという。

7日／朝日新聞・鹿児島

徳之島のクロウサギ危機 糞調査で減少傾向

国の特別天然記念物、アマミノクロウサギの鹿児島県徳之島での生息環境の悪化を危惧する声研究者から出ている。隣接する奄美大島では、沢に落ちているクロウサギの糞の数が年々増えているのに対し、徳之島では減少傾向という。生息域が道路や畑と近接していることとの関係がありそうだ。

14日／農林水産省

ヒヨドリ、ネズミの農作物被害が増加

2012年度の野生鳥獣による全国の農作物被害状況がまとまった。被害金額が230億円で前年度に比べ3億円増加（対前年1%増）、被害面積が9万7000haで前年度に比べ6000ha減少（対前年6%減）、被害量が70万tで前年度に比べ1万3000t減少（対前年2%減）した。主要な加害獣では、シカが82億円で前年度に比べ5000万円減少（対前年1%減）、イノシシが62億円で前年度に比べ1000万円減少（対前年0.2%減）した。一方、ヒヨドリが7億円で前年度に比べ3億円増加（対前年96%増）、ネズミが7億円で前年度に比べ4億円増加（対前年142%増）し、全体では被害金額が微増した。

19日／朝日新聞

交雑3種も特定外来生物に

国内の生態系や農林水産業に影響を与えるとして、輸入や飼育が原則禁止される「特定外来生物」に、初めて3種の交雑種が指定される見通しとなった。環境省の専門家会合で指定相当とされたのは、千葉、和歌山、青森で確認されていたアカゲザルとタイワンザルがそれぞれニホンザルと交雑した種のほか、釣り堀などに放流されている特定外来生物のストライプトバスとホワイトバスの交雑種である「サンシャインバス」の3種。

25 日／国土交通省

3 階建て木造校舎に道

今後の建築基準制度の在り方について議論してきた国土交通省の社会資本整備審議会は、「木造建築関連基準等の合理化及び効率的かつ実効性ある確認検査制度等の構築に向けて」を答申した。早急に講ずべき施策として、昨今の木造建築物の耐火性等に関する検証結果を踏まえて、基準の合理化を図ることを挙げた。3 階建ての学校等でも校舎を木造の準耐火建築物とするように規制を見直すことを求めた。

3 月

2 日／朝日新聞・鹿児島

ヤクシカ植生被害深刻、世界遺産域内での捕獲へ議論

鹿児島県の屋久島でヤクシカによる植生被害を食い止めるため、これまで手を付けていなかった世界自然遺産地域内での捕獲に向けた、国や鹿児島県、屋久島町の議論が本格的に始まる。2014 年度中に管理計画づくりを目指し、15 年度にも捕獲に踏み出したい考えだ。

5 日／朝日新聞

慶良間諸島を国立公園指定

沖縄県の慶良間諸島(座間味村、渡嘉敷村)が 5 日、31 番目の国立公園として正式に指定された。「サンゴの日」にちなみ、同日付の官報に告示された。慶良間諸島は那覇市の西 40km に位置し、大小 30 の島と岩礁からなる。透明度の高い海の景観と、サンゴ礁を中心とする生態系、ザトウクジラの繁殖海域が評価された。

7 日／朝日新聞

川を蛇行に戻し、環境回復の兆し 釧路湿原

釧路湿原で進められている自然再生事業について、市民が環境の回復具合を調査した「みんなて調べる復元河川の環境報告会」が釧路市であった。自然再生の取り組みに関するビデオの上映があり、北海道開発局釧路開発建設部も経過を説明。釧路国際ウエットランドセンターが、市民参加で続けてきた 4 年間の現地調査の結果を報告した。人工的に直線にされていた川を蛇行する河道に戻したことで、流れの緩やかな場所には砂州ができ、水流で運ばれた石や泥が積もって植物が生える環境になった。また、魚類やザリガニなども増えたことが報告された。

8 日／朝日新聞

太陽光引き下げ、洋上風力を新設 14 年度再生可能エネ買い取り価格

経済産業省は 7 日、再生可能エネルギーの固定価格買い取り制度 (FIT) で、電力会社が 2014 年度に買い取る電気の価格を固めた。大型太陽光発電は 1kW 時あたり 32 円 (税抜き) で、13 年度の 36 円から下げる。風力などは手厚くしたり、価格を据え置いたりする。

12日／朝日新聞

鳥獣保護法改正案を閣議決定 狩猟免許の取得年齢引き下げ

安倍内閣は11日、生息範囲が広がり食害が問題となっているシカやイノシシを駆除しやすくするため、鳥獣保護法の改正案を閣議決定した。野生生物の保護だけでなく、生息数を適正規模に減少させる「管理」を同法の目的に追加。鳥獣の捕獲を専門に行う事業者の認定制度を設け、安全が確保される場合には夜間でも猟銃を使った狩猟を認める。網やわなを使った狩猟の免許を取得できる年齢を18歳に引き下げる。

18日／朝日新聞

気温最大6.4℃上昇／熱中症死亡最大13倍 世紀末の日本

世界の温室効果ガスの排出量がこのまま増え続けると、日本の平均気温は今世紀末に3.5～6.4℃上がる。環境省の研究プロジェクトチームが17日公表した報告書は、災害や健康、農業など広い分野に影響を及ぼす恐れを指摘した。温室効果ガスの削減と温暖化の被害を軽くする適応策の両方に真剣に取り組むことを求める内容だ。

21日／朝日新聞

エゾシカ対策に条例、頭数調整や食肉活用へ

農林業被害が深刻となっているエゾシカの生息頭数を狩猟や捕獲などで調整し、食肉など有効活用を目指す「北海道エゾシカ対策推進条例」が20日、定例北海道議会で可決された。北海道によると、野生鳥獣について総合的な対策をとる条例は全国初という。希少鳥類を鉛中毒から守るため、全国で初めて鉛弾の所持も禁止する。

21日／朝日新聞・滋賀

滋賀県や沿岸6市など、琵琶湖の外来植物駆除へ対策協

琵琶湖で爆発的に繁殖している外来種の水生植物オオバナミズキンバイの駆除を目指し、滋賀県や沿岸6市、環境NPO、漁協などで作る「琵琶湖外来水生植物対策協議会」が20日に発足した。オオバナミズキンバイは南湖で急速に生息域を広げ、2013年末には前年の27.4倍に拡大し、駆除が追いつかない状態という。

26日／朝日新聞

6割が外来種ミドリガメ 日本自然保護協会が全国調査

日本自然保護協会が行った淡水カメの全国調査で、種類が確認できた6468匹のうち、外来種のミシシippアカミミガメ（ミドリガメ）が4146匹と64%を占めた。

調査は2013年5～10月に行われた。大陸からの移入種とされるクサガメは1313匹（20%）、日本在来のイシガメは586匹（9%）だった。

29日／朝日新聞・栃木

大雪による森林・林業被害 過去最大級、25億円

栃木県は28日、2月中旬の大雪による県内の森林・林業関係の被害額は約25億円と発表した。大雪による森林の被害としては過去最大級だという。栃木県環境森林政策課によると、雪の重み

でスギやヒノキが折れたり倒れたりした民有林の被害は12市町の892カ所で確認され、被害面積は約1500ha、被害額は約17億円と試算した。

31日／環境省

コアジサシ保護の指針を公表

絶滅危惧2類に位置付けられている渡り鳥コアジサシの「コアジサシ繁殖地の保全・配慮指針」を作成した。コアジサシは夏鳥として渡来し、河川や海岸で集団繁殖する。だが繁殖適地の減少や天敵による捕食などの影響を受け、繁殖の成功率は高くない。指針では繁殖地の保全・配慮に関する具体的手法等を示し、実際の保護に役立つようにした。

31日／林野庁

木材輸入が前年比27%増加

財務省が公表している貿易統計を基に2013年の木材輸入実績がまとめられた。輸入額は1兆2160億円で前年比27%の増加に。輸入先の第1位は中国（1783億円）で7年連続。ついでカナダ（1368億円）、マレーシア（1234億円）、インドネシア（1035億円）、米国（969億円）と続いた。

4月

1日／朝日新聞

温暖化で食料危機、警告 生き物、大量絶滅 IPCC 報告

国連の気候変動に関する政府間パネル（IPCC）による地球温暖化の影響に関する新しい報告書が3月31日に公表された。このまま温室効果ガスの排出が続くと、世界的な食料不足や生き物の大量絶滅など深刻な未来が待っていることを示した。紛争に発展する可能性にも言及し、国際社会に決然とした対策を迫る内容となっている。

1日／林野庁

小さくなった森林内の放射性セシウムの分布変化

福島県内の森林で実施している放射性セシウム濃度とその蓄積量の調査について、2013年度の結果をまとめた。樹木の部位別の放射性セシウム濃度はおおむね低下傾向にあったが、移動しやすい放射性セシウムの動きが収まったため、12年から13年にかけての濃度変化は比較的小さくなったとみられる。スギの心材と辺材の濃度差が小さくなったことや、毎年新たに展開するコナラの葉に放射性セシウムが含まれることから、樹木に取り込まれた放射性セシウムが樹体内を移動している可能性が示唆された。

4日／国土交通省

「美しい山河を守る災害復旧基本方針」を改定

多自然川づくりが河川法における河川環境の整備と保全の中で提唱されているが、現状では河川本来の環境や景観に着目した復旧となっていない面がある。最新の多自然川づくりに関する知見を災害復旧にも取り入れるため、「美しい山河を守る災害復旧基本方針」を改定した。

4日／環境省

東北沿岸の「重要自然マップ」を公表

東日本大震災が沿岸地域の自然環境に及ぼした影響の調査結果を地域の復興に役立てるため、東北地方の津波浸水域における「重要自然マップ」を作成した。沿岸では、地震・津波により「生物が生息・生育する環境」が広範囲にわたって破壊されたため、そのまともりを考慮することが大切であり、①希少な種の生息・生育地として重要な場②生物多様性の高い場③自然のポテンシャルが高い場④人と自然とのふれあいの観点から重要な場、という四つの観点から、11タイプの環境を重要な自然と捉えた。

5日／朝日新聞・東京

梅 1266 本、伐採開始 青梅市「梅の公園」、来月末までに完了

果樹の病気「プラムボックスウイルス（PPV）」の感染拡大を防ぐため、東京都青梅市梅郷4丁目の「梅の公園」で4日、梅の伐採作業が始まった。5月30日までに1266本すべてを伐採する。PPVは、アブラムシが媒介するほか、感染木から接ぎ木をした場合に伝染する。ウイルスにかかると葉や果実に斑点ができ、商品価値の低下を招く。青梅市内では2009年4月に国内で初めて感染が確認され、農家や植木などに広がっている。

15日／朝日新聞

「低炭素エネを8割に」 温暖化防止、IPCCが報告書

13日に公表された国連の気候変動に関する政府間パネル（IPCC）の新しい報告書は、世界全体の温室効果ガスの排出量を今世紀末にほぼゼロにできれば、産業革命前と比べて気温の上昇を、環境の激変を避けるために必要とされる2℃以内に抑えられると指摘した。電力に占める低炭素エネルギーの割合を80%まで引き上げるなど、劇的な変革で初めて達成できるとする厳しい予測で、国際社会に早急な行動を迫る内容だ。

15日／朝日新聞

日本、京都議定書を達成 温室ガス、計算上 8.4%減

環境省は15日、日本の2008～12年の温室効果ガス総排出量の平均が1990年と比べて8.4%減になった、と発表した。京都議定書で日本に義務付けられた6%減の目標を達成した。実際の総排出量は12億7800万tで90年比で1.4%増加。森林による吸収や排出量取引などを使って達成した。

16日／朝日新聞

国内希少種の指定、新たに300種 「絶滅のおそれのある野生生物種の保全戦略」

環境省は、絶滅のおそれのある野生生物を保護するための「保全戦略」を決めた。種の保存法により捕獲や採取、売買が禁止されている国内希少種について、現在の89種に加え、2020年までに新たに300種を指定することなどを盛り込んだ。このほか、生態や生息状況をまとめた「絶滅危惧種保全カルテ」を作ったり、「絶滅危惧種保全重要地域」を選んだりする。

16 日／朝日新聞・宮城

日本製紙、石巻に火災建設方針 燃料に間伐材も

製紙大手の日本製紙は石巻市に売電用の火力発電所を建設する方針を決めた。出力は同社最大の約 14 万 9000kW で、一般家庭 30 万世帯分を賄える。2017 年度の稼働を目指す。燃料に間伐材を使い、地元林業の活性化も狙う。

23 日／朝日新聞・群馬

発生 8 日目、山林火災鎮火 過去 10 年で国内最大規模

群馬県桐生市で 15 日夜に発生した山林火災は 8 日目の 22 日、鎮火が確認された。桐生市や群馬県は速報値として約 400ha が焼失したとし、過去 10 年で国内最大規模の被害となった。今後、詳しい調査に入る。火災は 15 日夜に通報があり、翌 16 日に燃え広がった。自衛隊や最大 7 県の防災ヘリが消火活動を展開。栃木県側にも延焼し、一時足利市で避難勧告が出た。

25 日／林野庁

外国資本による森林買収、2013 年は 194ha

外国資本による森林買収の事例について都道府県を通して調査した結果、2013 年には全国総計で 14 件 194ha にのぼった。大規模なものは、中国（香港）にある法人が開発・転売を目的に北海道共和町に取得した 163ha。他は 0.1～9ha の取得で、資産保有、居宅建築、別荘・住宅用地などが目的となっている。この他、国内の外資系企業による森林取得は 5 件で 455ha あった。

5 月

1 日／林野庁

海岸防災林の植栽に関する実証試験を開始

東日本大震災で被災した海岸防災林の再生や機能強化に必要な科学的知見を充実させる実証試験が今月から、宮城県岩沼市で始まる。海岸防災林は、歴史的にクロマツを主体に造成が進められてきたが、被災後には常緑広葉樹を主体とした植栽事例も見られており、さまざまな樹種や方法について、効果やコストを検証する必要性が生じている。四つの試験区を設け、植栽後は根の張り具合や地上部の生育状況、手入れや管理に要する手間やコスト等をモニタリングする。

3 日／朝日新聞・福島

森林線量の平均、11 年度比で半減 昨年度の測定値公表

東京電力福島第一原発事故で放射性物質に汚染された森林の空間線量について、福島県は 2013 年度の測定結果を公表した。調査した 1006 地点の平均値は毎時 0.60 μ Sv。11 年度も調べた 362 地点の平均は、当時の毎時 0.91 μ Sv から 0.44 μ Sv に半減した。放射性セシウムの自然減衰率とほぼ同様の低下傾向が見られるという。

3 日／朝日新聞・三重

「WOOD JOB！」、映画の世界を満喫 美杉に期間限定記念館

津市美杉町で撮影された映画「WOOD JOB！～かむさび神去なあなあ日常～」の 10 日の公開を前に 2

日、道の駅「美杉」の西隣に「WOOD JOB！神去なあなあ日常記念館」が期間限定で開館した。映画のテーマになっている林業をアピールしたもの。

9日／朝日新聞

若年女性、896自治体で半減 民間機関試算、2040年には

有識者らでつくる民間研究機関「日本創成会議」（座長・増田寛也元総務相）は8日、2040年までに全国の計896自治体で、20～39歳の女性が半減するとした独自の試算をまとめ、発表した。東北の県庁所在地も含まれ、このままでは人口減少が止まらず行政機能の維持が困難になるという。

9日／環境省

ゼニガタアザラシの保護管理計画を策定

北海道・えりも地域におけるゼニガタアザラシ個体群と漁業の共存を目的として、特定鳥獣保護管理計画に準ずる「環境省えりも地域ゼニガタアザラシ保護管理計画」を策定した。ゼニガタアザラシは、現在、環境省レッドリストにおいて絶滅危惧2類に選定され、鳥獣保護法においても希少鳥獣に指定されており、これまでの調査から、えりも地域の生息数は増加傾向にある。今回の計画によって、2015年度末までに、えりも地域におけるゼニガタアザラシの存続可能性の評価（絶滅危惧種選定の再評価）を行う。また漁業被害が深刻であることを受けて、被害防除手法の検討を引き続き進めて、ゼニガタアザラシの個体群の存続と漁業との共存を目指す。

9日／農林水産省

バイオエタノール事業のシステム構築に厳しい見通し

北海道の清水町と苫小牧市そして新潟市の計3地区で続いている国産バイオエタノール生産のシステム構築のための取り組みについて、自立化の可能性を検証した「バイオ燃料生産拠点確立事業検証委員会」の報告書が取りまとめられた。1ℓ当たり80～100円程度という一般のエタノール販売価格に対し、生産価格が204円（清水町）、196円（苫小牧市）、654円（新潟市）と、高コスト構造の是正は進んでいない。実現可能性の低さ、さらなる負担増の可能性から、事業継続への疑問も打ち出した内容となっている。

12日／朝日新聞（大阪）

赤穂の山火事、男を逮捕 木炭捨てた疑い

兵庫県赤穂市木津付近で11日午後発生した山林火災は、12日午後1時に鎮火した。赤穂市消防本部によると、山林約70haが焼けた。けが人はいなかった。兵庫県警赤穂署は同日、パーベキューで使った木炭を自宅裏の山林に捨てて燃え移らせたとして、赤穂市木津の会社員を森林法（失火）違反の疑いで逮捕した。同署によると、会社員は11日正午ごろから自宅の裏庭で家族らとパーベキューをし、「消火を確認することなく木炭を放置した」と容疑を認めているという。

24日／朝日新聞

8月11日が2016年から「山の日」に

2016年から8月11日を「山の日」と定める改正祝日法が23日、参院本会議で自民、民主両党などと野党の賛成多数で可決、成立した。改正案は9党の共同提出で、山の日の意義を「山

に親しむ機会を得て、山の恩恵に感謝する」とした。

24日／朝日新聞

湿原・干潟の価値は1.5兆円 CO₂吸収機能など評価

国内にある湿原・干潟の経済的価値が年間最大1兆5800億円になるとの評価結果を23日、環境省が発表した。湿地の持つ二酸化炭素（CO₂）の吸収や、水量調整、水質浄化など生態系がもたらす価値を、現在のCO₂の排出量取引価格や、水質浄化施設、ダムなど他の手段に頼った場合のコストと比較。国内にある湿原11万325ha、干潟4万9165haにあてはめて評価した。その結果、湿原は年間8391億～9711億円、干潟は6103億円の価値があるという。

27日／朝日新聞

二酸化炭素濃度、15年で1割上昇

気象庁は26日、地球温暖化の原因となる二酸化炭素の濃度が国内3観測地点全てで過去最高を記録したと発表した。この15年で1割上がった。発表によると、同庁が1987年から定点観測する岩手県大船渡市、南鳥島（東京都小笠原村）、与那国島（沖縄県与那国町）の2013年の年平均濃度はそれぞれ399.6ppm（前年比2.3増）、397.5ppm（同2.6増）、399.5ppm（同2.4増）。いずれも過去最高だった。

30日／朝日新聞

外国人実習2年延長 介護・林業も追加検討

外国人に日本で働きながら、さまざまな技術を学んでもらう技能実習制度について、政府は受け入れ期間を今の最長3年から最長5年に延ばす方針を固めた。対象の職種に「介護」「林業」など5分野ほどを追加することも検討する。国内で人手不足が広がっており、技能実習を拡大することで実質的に外国人労働者を増やし、人材を確保する狙いだ。出入国管理法を所管する法務省の分科会が、制度見直しの報告書を取りまとめた。

30日／朝日新聞・愛媛

「森林危機、都会も知って」 源流の自治体が白書でアピール

河川の上流に位置する17市町村が加盟する「全国源流の郷協議会」は、河川の上流地域で人口減少が進めば、森林が荒廃し、都会の水にも悪影響が出るとアピールする「源流白書」を発表した。白書は、全国の水源地で急激に人口が減少し、森林の手入れが行き届かなくなっていると報告。今後こうした状況が続けば、森林が担う水の浄化機能が弱くなったり、山の崩壊で川の流れが途切れたりし、都市部など下流地域の生活にも影響が出ると警告。水源地を守るための「源流基本法」の制定や、林業の活性化などの提言もまとめた。

30日／林野庁

「森林・林業白書」を公表

「森林・林業白書（2013年度）」が閣議決定された。この1年間の特徴的な動きとして、「式年遷宮に先人たちの森林整備の成果」「富士山が世界文化遺産に登録」「林業活性化に向けて女性の取り組みが拡大」「中高層木造建築への道をひらく新技術が登場」の四つをトピックスとして紹介。

その他にも森林整備の役割や、東日本大震災からの復興、林業の成長産業化に向けた取り組みなどを紹介している。

6月

4日／朝日新聞

ブナの北限、北進 北海道南部、さらに12km 森林総研が発見

北海道南部の黒松内低地帯とされてきたブナ自生地の北限が、さらに12km北にあることが、森林総合研究所北海道支所の調査で分かった。新たに見つかったのはニセコ山系に連なる雷電山中腹（標高約625m付近）の北斜面にある直径約70cmのブナを中心とした約40本の小さな個体群。約1haの範囲にブナがばらばらに生え、大きさもまちまちであることなどから、自然に生えたものと判断した。

5日／環境省

リニア新幹線アセスに環境相意見を提出

JR東海が建設を計画する中央リニア新幹線（東京～名古屋）の環境影響評価書に対する環境相意見を提出した。予定距離約286km（地上部40km、トンネル部246km）という規模から相当な環境負荷が生じることが懸念され、影響を回避・低減させるための対応を求めた。

6日／朝日新聞

環境投資で「グリーン経済」 今年の「白書」閣議決定

政府は6日、2014年版の「環境・循環型社会・生物多様性白書」を閣議決定した。2014年のテーマは「グリーン経済」。日本の環境産業の市場規模は12年で86兆円、雇用規模は243万人と推計され、個人金融資産の活用などで経済成長を促すとした。白書では、環境に配慮している企業を融資時に優遇したり、再生可能エネルギーの設備を作るために基金を設けて上場、証券化して広く民間資金を集めたりする方法を紹介した。

7日／朝日新聞

真夏日が50日余増 温暖化が最も進んだ場合 環境省予測

地球温暖化が最も進んだ場合、最高気温が30℃以上の「真夏日」となる日は、今世紀末に全国平均で52.6日増える――。環境省が6日に発表した最新の予測で、こんな結果が明らかになった。予測によると、温暖化が最も進んだ場合、今世紀末の全国平均気温は、1984～2004年の平均と比べて4.4℃上昇する。真夏日は、東日本の太平洋側で58.4日、沖縄・奄美地方で86.7日増える。秋に入っても真夏日が続ぎ、東京で年間3カ月半、那覇は半年間にわたるようになる。

11日／朝日新聞・石川

世界農業遺産5地域、連携会議を設置

石川県の「能登の里山里海」など、世界農業遺産に認定されている5地域が「世界農業遺産広域連携推進会議」を設置することになった。2015年5～10月にイタリア・ミラノ市郊外で開かれるミラノ国際博覧会にも共同出展するという。県は6月補正予算に会議設立費900万円を

計上し、うち 600 万円を博覧会出展の準備費に充てた。

12 日／朝日新聞

只見、南ア登録決定 ユネスコのエコパーク

文部科学省は 12 日未明、ユネスコ（国連教育科学文化機関）の生物圏保存地域「エコパーク」に、只見（福島県）と南アルプス（山梨、長野、静岡の 3 県）の新規登録が決まったと発表した。スウェーデンで開かれているユネスコ MAB（人間と生物圏）計画国際調整理事会で決まった。「只見」はブナ林などの天然資源を活用した地域活性化が特徴で、「南アルプス」は 3000m 峰が連なる山岳環境を生かした地域づくりに取り組んでいる。

12 日／朝日新聞

ニホンウナギ、絶滅危惧種に 国際レッドリストで指定

国際自然保護連合（IUCN、本部スイス）は 12 日、絶滅の危機にある生物の情報を載せた「レッドリスト」の最新版を発表し、ニホンウナギを絶滅危惧種に指定した。環境省がまとめる日本版レッドリストでは 2013 年に指定されており、国際的にも保護が必要な種と認定されたことになる。「絶滅危惧」には 3 段階あり、ニホンウナギは中間の「絶滅危惧 1B 類」とされた。「近い将来、野生での絶滅の危険性が高い」という分類だ。

18 日／朝日新聞

日本の植物、100 年後に 300 種絶滅？

日本の種子植物やシダ植物はこのままのペースで減少傾向が続くと、100 年後には 300 種以上が絶滅する可能性があるとする予測を、国立環境研究所や九州大などの研究チームがまとめた。日本植物分類学会と環境省が全国を 10km 四方の網目状に区切って調査したデータを利用。環境省レッドリストで絶滅危惧種や準絶滅危惧種となっている計 1618 種について、1994～95 年と 2003～04 年のデータを比べ、10 年あたりの減少率などを解析した。

20 日／農林水産省

水稲開花期の農薬散布直後にミツバチ被害

2013 年度から 3 年間の計画で農薬によるミツバチの被害事例を調査しており、初年度に報告があった被害事例について中間取りまとめを実施した。養蜂家に対する呼びかけを強めた結果、12 年度の 11 件より大幅に多い 69 件の被害事例が報告された。被害は、水稲の開花期に多く、カメムシ防除用農薬（殺虫剤）を直接浴びたことが原因である可能性が高かった。ただ、複数の殺虫剤成分が検出されており、被害を生じさせやすい殺虫剤の推定はできなかった。

27 日／林野庁

木材自給率は 28.6%に

2013 年の木材需給表（用材部門）を取りまとめた。総需要量は 7386 万 7000m³（丸太換算。以下同じ）で、前年に比べ 4.6%増加した。住宅建築の持ち直しが背景にあるとみられる。この結果、木材（用材）自給率は前年に比べ 0.7 ポイント上昇し、28.6%となった。これは最近 25 年間では、最も高い水準となった。

7月

4日／環境省

里地の在来種 全国的に減少傾向

モニタリングサイト1000(重要生態系監視地域調査)事業の里地調査第2期(2008～12年度)をまとめた結果から、植物や鳥、蝶などの在来種の種数や個体数が、全国的に減少傾向にあることが認められた。この里地調査は、2004年度から18カ所で開始。地元市民団体などが主体となり、08年度からは規模を広げて現在、全国192カ所で調査を実施している。今回は、生物多様性の状態・変化を表す指標として、日本の在来種に注目した。

7日／朝日新聞

食害サル、群れ半減計画 国、10年間の目標

野生のニホンザルによる農作物被害を防ごうと、環境省と農林水産省は、田畑を荒らす群れを今後10年間で半減させる目標を決めた。これまで猟銃やわなで1匹ずつ捕まえてきたが、ニホンザルは群れで動き、農作物を食べる行動が次世代に引き継がれるため、群れを狙う対策に新たに取り組む。農水省によると、野菜や果樹を中心に年間約15億円の農業被害が続いている。

15日／朝日新聞

住友商事がバイオマス発電 国内最大級、愛知に建設

住友商事は14日、木くずを使ったバイオマス発電所を愛知県半田市につくと発表した。発電能力はバイオマス発電としては国内最大級の7.5万kW。2016年度の稼働を目指す。総事業費は約200億円の見込み。住商の子会社であるサミットエナジーが現地に設立した事業会社が、建設や運営を手がける。

22日／朝日新聞

再生エネ、自治体8割推進 地域振興に一役、送電線確保の壁

朝日新聞社と一橋大学は、太陽光や風力といった再生可能エネルギーの導入状況について、全国1741の市区町村を対象にアンケートした。回答した自治体の8割が推進に意欲的で、電力や売却益だけでなく、再生エネを利用した地域振興にも期待を寄せている実態が分かった。一方で、電力会社に送電線への接続を断られるなど、機運をしばませかねない障壁も浮かび上がった。

26日／朝日新聞

棚田救え フィリピン世界遺産「天国への階段」、後継者減り荒廃 金沢大支援

フィリピンのルソン島にある世界遺産の棚田を荒廃から守ろうと、金沢大学が現地の人材を育てる手助けを始めた。能登地方で農林漁業や伝統文化の担い手を育ててきた経験を生かそうという取り組みだ。世界遺産の棚田は、ルソン島北部(イフガオ州)にある。標高700～1500mの山中に、数万枚の田が連なるさまは「天国への階段」とも呼ばれる。

26 日／朝日新聞・兵庫

緑豊かな天空の城に 松・桜を GPS 管理 朝来市

入山者急増の一方で、松枯れや桜の樹勢の衰えが指摘されている朝来市和田山町の国史跡「竹田城跡」で、市は樹木医でつくる「県みどりのヘリテージマネージャー会」に、史跡内の樹木の管理を委託した。樹木医と市の文化財担当者合同で研修会を開き、史跡内の樹木の現状調査から着手する。計画によると、保護の対象は史跡内のヤマザクラやソメイヨシノ、松などで、木に番号を付け、全地球測位システム（GPS）で管理し、目視などによる定期調査をする。

30 日／林野庁

松くい虫もナラ枯れも前年度より減少

松くい虫とナラ枯れによる被害の 2013 年度における発生状況をまとめた。松くい虫被害は北海道を除く 46 都府県で被害が発生し、被害量は前年度より約 1 万 7000m³ 減の約 63 万 m³ だった。この被害量は、過去に最も多かった 1979 年度の約 4 分の 1。ナラ枯れ被害は全国 28 府県で発生し、全体の被害量は前年度より約 3 万 1000m³ 減の約 5 万 2000m³ だった。この被害量は、近年で最も多かった 2010 年度の約 6 分の 1。

8 月

2 日／朝日新聞・山形

蔵王でガの食害 森林に被害

山形市蔵王温泉付近で、ガによる森林の食害被害が発生している。山形県は 1 日、関係機関を集めた会議を開き、被害状況を確認した。山形森林管理署によると、蔵王山頂周辺でガの一種「トウヒツヅリヒメハマキ」による食害が発生。樹氷のもとになるアオモリトドマツの葉が幼虫によって食い荒らされており、このまま被害が続くと木が枯死する恐れもあるという。

5 日／農林水産省

食料自給率、2013 年度も 39%

2013 年度の食料自給率が公表され、カロリーベースの食料自給率は前年度と同率の 39% だった。米については、消費税引き上げ前の駆け込み需要もあって、国産主食用米の需要が少し増えた。しかし、小麦の北海道における単収が前年度に比べ低下したこと、大豆も天候不順による生育不良などで国内生産量が減少。全体としては 39% のままだった。

6 日／水産庁

「トド管理基本方針」を公表

トドの個体数が回復してきて、日本海を中心にトドによる漁業被害が深刻化している状況などを踏まえ、水産庁は新たなトド管理の考え方を「トド管理基本方針」としてまとめた。基本的考え方として、①トドの絶滅の危険性がない範囲内でトドによる漁業被害を最小化することを目標とする②管理は予防原則に基づくとともに順応的管理の考え方を導入し行う、の 2 点を盛り込んだ。

6日／国立環境研究所

メコン川のダム開発は「回遊魚に悪影響」

国立環境研究所とタイのウボンラチャタニ大学は、メコン川に生息する代表的な水産資源であるコイ科魚類サイアミーズ・マッド・カープの回遊生態を明らかにした。ダム開発によるこの魚への影響を定量的に評価し、①この魚が地域ごとに特異的な回遊経路を持ち群れを成して回遊する②ダムで分断された支流ではその回遊行動が著しく制限されている③ラオスに計画されたドンサホンダムはこの魚の重要な回遊経路を分断するためメコン川の漁業生産に甚大な影響を及ぼす可能性がある、という3点を指摘した。

7日／朝日新聞

排ガスCO₂、分離回収 大規模実証へ 基地建設進む 苫小牧

地球温暖化防止対策として、排出ガスから二酸化炭素(CO₂)を分離・回収して地中に封じ込める技術「CCS」の国内初の大規模実証試験で、地上の拠点施設となる「CO₂分離回収基地」の建設が、苫小牧市の出光興産北海道製油所敷地内で進められている。CO₂を圧縮して海底に注入する井戸の掘削も始まり、2016年度からCO₂の分離回収、海底への注入開始を目指す。

8日／朝日新聞

イヌワシの狩り場再生へ 人工林伐採、自然林化試み

絶滅危惧種のイヌワシが狩りのしやすい環境を作ろうと、日本自然保護協会や林野庁などが利根川源流域の群馬県みなかみ町で人工林を伐採して自然林に戻す事業を始める。生態系の頂点に立つイヌワシの保護を進めることで、森林全体の生物多様性を回復させる試みだ。多くのエサが必要な子育て時期に役立つよう営巣地に近い場所計165haを試験地として選び出す。

18日／朝日新聞

小網代の森 源流～相模湾に残る自然、散策路を県が整備

関東・東海地方で唯一、河川流域全体の生態系が保たれている「小網代の森」(神奈川県三浦市)に源流から河口までの散策路ができ、親子連れやハイカーらでにぎわっている。荒れた里山が、30年の保全活動で豊かな自然を取り戻した姿が見られる。新たな観光資源として、人口減に悩む自治体や地元企業も期待する。散策路は1.3km。川沿いを中心に神奈川県が整備した。シダの茂る源流、ハンノキの林、河口の干潟などの移り変わる景観を片道30分で満喫できる。

19日／朝日新聞

温暖化で沈む……島ごと移住 南太平洋・タロ島

南太平洋ソロモン諸島のタロ島で、海面上昇による水没を避けるため、住民をまるごと別の島に移すことになった。地球温暖化の影響で、水没の危機に直面している島国は多いが、実際に島ごと移住を決めたのは太平洋で初めてとみられる。移住するのは、チョイスル州の州都があるタロ島。南北1km未満のサンゴ環礁の島に約1000人が住む。海拔は2mに満たない。

23日／朝日新聞・秋田

「林業大学校」来春から「杉の国」の担い手確保

杉の人工林面積が日本一の秋田県の林業に若者を呼び込もうと、秋田県は2015年4月、「秋田林業大学校」と名付けた研修制度をスタートさせる。就業前に林業を実践的に学ぶことができる県内初の試み。秋田市河辺戸島の県林業研究研修センターが「大学」になる。座学と実習を組み合わせた年間1200時間の授業があり、林業機械の使い方やクマやハチの対処方法などを学び、林業会社で長期間のインターンシップもする。

29日／朝日新聞

510の農業用ダム・池、耐震不足 全国点検

東日本大震災で農業用ダムが決壊して死者が出たことから、全国の自治体がダムやため池の一斉点検を進めており、これまでの調査で少なくとも約510カ所、水をせき止める堤体が耐震不足であることが分かった。この他の数千カ所でも耐震調査が進行中で、耐震不足は増えそうだ。農林水産省はため池の改修やハザードマップの整備を各自治体に求めている。

29日／朝日新聞

霧島酒造がサツマイモ発電

芋焼酎「黒霧島」で知られる焼酎メーカー大手の霧島酒造（宮崎県都城市）は28日、国内初の「サツマイモ発電」に9月から参入すると発表した。焼酎をつくる過程で出る焼酎かすや芋くずを発酵させ、発生したバイオガスを発電に活用する。再生可能エネルギーの固定価格買い取り制度を使い、全て九州電力に売る。

31日／朝日新聞

汚染土、搬入へ一歩 福島知事、中間貯蔵施設を容認 要請から3年

東京電力福島第一原発事故で出た汚染土の中間貯蔵施設をめぐり、福島県が建設受け入れを決めた。政府の最初の受け入れ要請から3年。難航を極めた交渉は決着し、各地に積み上がった汚染土がようやく運び出される見通しだ。一方、施設への搬入実現や肝心の最終処分場の選定など、大きな課題が残っている。

9月

2日／朝日新聞

燃料電池車普及へ、そろり 水素ステーション建設本格化

燃料電池車（FCV）に水素燃料を補給する水素ステーションの建設が、ようやく本格化してきた。トヨタ自動車は2014年度中にFCVを発売すると発表したのがきっかけだ。産業ガス大手の岩谷産業は7月、いずれは一般の人も使える初めてのステーションを、兵庫県に開いた。8月28日には、東京タワー近くにもつくる計画を発表。石油元売り最大手のJX日鉱日石エネルギーは15年度をめどに全国に40カ所つくる計画だ。

6日／朝日新聞

五輪の空へ、バイオ燃料 20年商業飛行へ産学連携

世界の空を飛び交う航空機からの温室効果ガス排出量を減らそうと、航空会社や大学などが連携して、日本国内でのバイオ燃料の製造と供給の実現に向けた取り組みを始めた。2015年4月までに課題をまとめたロードマップを作り、2020年の東京五輪までに商業飛行させるのが目標だ。

6日／朝日新聞・岩手

廊下119m校舎、「なかなか遺産」第1号に

校舎の廊下の長さ119.125mの木造平屋建ての旧達古袋小学校（岩手県一関市萩荘）が、国際なかなか遺産推進委員会から「なかなか遺産第1号」に認定された。委員会によると、認定の基準は「どこにもない特異性を持ち、一度見ただけでくすっと笑っちゃうこと」。旧達古袋小は1872年創立。児童減から2013年に閉校となった。

12日／朝日新聞

オゾン層、80年水準に回復も UNEP「破壊物質、削減成功」

国連環境計画（UNEP）と世界気象機関（WMO）は10日、大気中のオゾン破壊物質が減り、人体に有害な紫外線を遮るオゾン層は、1980年当時のレベルにまで回復する可能性があると発表した。モントリオール議定書（1987年採択）に基づいた国際社会の行動が効果に結びついた。発表によると、大半のオゾン破壊物質は議定書の見通しに沿って減少中。オゾン層の破壊は80年代から90年代前半に進んだが、2000年以降は大きな変化はない。議定書が守られればオゾン層が2050年までに80年の水準に回復することが期待できるという。

12日／朝日新聞・新潟

2020年300羽が目標、トキ保護策検討 野生復帰専門家会合

環境省は11日、トキの野生復帰に関する専門家会合を新潟県佐渡市で開き、自然界に生息するトキを2020年には300羽に増やすとの目標を示した。専門家らは同省の素案をもとに、16年2月までに工程を含む具体的な保護方法を検討する。これまでは、15年ごろまでに島内で60羽を定着させるのが目標だった。

13日／朝日新聞

2023年度に「CO₂排出量ゼロ」 平戸市、全国初の宣言

長崎県平戸市は12日、地球温暖化の原因とされる二酸化炭素（CO₂）の排出量を2023年度をめどに実質的にゼロにする、と宣言した。市内で盛んな風力発電をさらに進めて削減量を増やし、森林による吸収量と合わせて排出量を相殺する計画。環境省によると、自治体の排出量ゼロ宣言は全国で初めてという。

18日／朝日新聞

ウナギ養殖、稚魚2割削減 日中韓台が合意

絶滅が心配されるニホンウナギの資源管理を目指す日本、中国、韓国、台湾は17日、養殖に使う稚魚（シラスウナギ）の量を前季より2割削減することで合意した。11月から実施する。

養殖による生産量を制限し、実質的に稚魚の乱獲を防ぐ。ウナギの資源管理に関する国際的な枠組みができるのは初めて。

19日／朝日新聞

富士入山料、1.5億円集まる

今夏から本格導入された富士山の保全協力金（入山料）は、山梨、静岡両県で15万9496人から1億5776万4752円が寄せられた。両県が18日までに発表した。目標額の2億7900万円の56.5%だった。山梨側は7月1日～9月14日、静岡側は7月10日～9月10日の開山期間中、登山者に1人1000円の協力を任意で求めた。

24日／朝日新聞

阿蘇がジオパークに選ばれる

国際的に貴重な地形や地質を認定する「世界ジオパーク」に23日、新たに阿蘇（熊本県）が選ばれた。国内では7カ所目。ユネスコが支援する世界ジオパークネットワークが、カナダでの審査結果を公表した。また、京都、兵庫、鳥取の3府県にまたがる山陰海岸は、4年に1度ある再審査を受けて再認定が決まった。

24日／朝日新聞

生物多様性、認知度薄れる 内閣府調査

生物多様性という言葉について52.4%の人が「聞いたこともない」と答え、その割合は、2年前より10ポイント以上増えていることが、内閣府の環境問題に関する世論調査で分かった。2010年に名古屋市で開かれた生物多様性条約第10回締約国会議から時間が経ち、認知度が薄れたと見られる。調査は1834人から回答を得た。

29日／朝日新聞

最上小国川ダム、漁協が建設同意 山形のアユ釣り名所

アユ釣りの名所として知られる山形県の最上小国川に同県が計画する最上小国川ダム（最上町）について、地元の小国川漁協は28日、代表者が集まる臨時総代会を舟形町で開き、計画の受け入れを決めた。一貫して反対してきた組合長が2月に自殺した後、組合は計画容認に転じ、県と条件について交渉してきた。

10月

8日／朝日新聞

野生生物の数、40年で半減 WWFのレポート

世界自然保護基金（WWF）が2年に1度発行する「生きている地球レポート」で1970～2010年の3000種1万個体を超える脊椎動物の動態を調べた。これによると魚類、鳥類、哺乳類、爬虫類、両生類の個体数が52%も減少。特に淡水に生息する生物の減少は76%になった。中南米を含む熱帯地方での減少が目立ったという。原因として生息地の消失・劣化を挙げているが、絶滅したとされている生物種には気候変動の影響を受けたものもいるという。

10日／朝日新聞

「緑のオーナー」集団訴訟、国に9100万円賠償命令 大阪地裁

林野庁がバブル経済期をはさむ1984～99年、延べ8万6000人から総額約492億円を集めた「緑のオーナー制度」をめぐる、出資金が元本割れするなどした239人が計約5億円の損害賠償を求めた訴訟の判決が9日、大阪地裁であった。阪本勝裁判長は、リスクについての説明が不足していたと指摘。国に対し、出資者84人へ計約9100万円を支払うよう命じた。

13日／朝日新聞

名古屋議定書が発効 生物使う製品からの利益を原産国にも

2010年に日本で採択された生物多様性条約の名古屋議定書が12日、発効した。生き物や自然の恵みを使った製品から得られた利益を、原産国と利用国で公平に分けるための手続きを明確化したものだ。発効は、締結をした国の数が条件である50に達したため。これまでにEUやスイスなど54の国と地域が締結している。議長国として議定書をまとめた日本は、遺伝資源を利用する産業界との調整に時間がかかり、当初からの参加は間に合わなかった。

18日／朝日新聞・佐賀

育て、樹齢200年の森 佐賀・太良で取り組みスタート

樹齢200年のヒノキやスギの森を育てていこうという取り組みが、佐賀県太良町の町有林で始まった。町によると、これまで伐採の標準的な樹齢を40～50年に定めてきた。樹齢200年を超える森林は、名所や神社、仏閣などの敷地内に確認される程度で、高齢の森林の管理技術は確立されていない。こうした人工林を計画的に造成していくことは、今後の林業にとって重要になるという。

21日／農林水産省

世界農業遺産の認定申請3地域を決定

国連食糧農業機関が認定する世界農業遺産（GIAHS）について、認定申請を希望している7地域を対象とした専門家会議の評価結果に基づき、岐阜県長良川上中流域、和歌山県みなべ・田辺地域および宮崎県高千穂郷・椎葉山地域を認定申請する地域として承認した。GIAHSは、伝統的な農業農法を核として、生物多様性、優れた景観等が一体となって保全活用される世界的に重要な農業システムを認定するもの。

24日／朝日新聞

温室ガス、90年比で40%削減 EUが新目標決定

欧州連合（EU）は23日、ブリュッセルで首脳会議を開き、2030年までに温室効果ガス排出量を1990年比で40%削減する目標を決めた。主要国で30年の目標を掲げるのはEUが初めて。2015年末にパリで開く国連気候変動枠組み条約締約国会議（COP21）に向け、EUがリーダーシップをとる狙いだ。

28日／環境省

高山帯調査とりまとめ報告書を公表

環境省生物多様性センターは、モニタリングサイト1000事業の一環として実施している高

山帯調査について、6カ所のサイトにおける2009年度から12年度までの調査成果をまとめた。それによると、ハイマツの1年間で伸びる枝の長さや気温との関係が認められ、近年における夏期の気温上昇の可能性が示唆された。また、特定外来生物のセイヨウオオマルハナバチの高山帯への侵入が確認でき、在来種への影響が危惧される事態と分かった。

11月

3日／朝日新聞

気温上昇2℃未満に「道筋」 IPCC 報告書

国連の気候変動に関する政府間パネル（IPCC）は、地球温暖化に関する第5次評価報告書の仕上げとなる統合報告書をコペンハーゲンで開かれた総会で承認し、2日公表した。温室効果ガスの排出をそのまま続けると世界的な影響が深刻化するが、それを避けるために国際社会が目指す気温上昇を19世紀末の工業化前と比べて2℃未満に抑える目標について、「道筋はある」と明記した。

4日／朝日新聞

野生サケ復元へ転換 新たな運動、追求

札幌市豊平川さけ科学館の開館30周年を記念したフォーラムが3日、同市内であった。豊平川が全国の先駆けとなったカムバックサーモン運動を振り返り、今後、稚魚放流に頼らない野生サケの復元を目指す「札幌ワイルドサーモンプロジェクト」を始めることなどについて専門家が講演した。新たな市民運動に発展させることを目指している。

6日／朝日新聞・青森

白神にシカ？カメラで確認 環境省、監視強化へ

環境省は5日、世界自然遺産の白神山地（青森、秋田両県）に設置した監視カメラに、初めてニホンジカとみられる動物1頭が写っていたと発表した。カメラの設置場所は世界遺産の緩衝地域から約150mの地点。食害の恐れもあり、事態を重くみた同省は確認場所周辺の食痕やフンなどの痕跡調査を実施、監視体制の強化を検討する。

8日／朝日新聞

「侵略的外来種」に424種 専門家会議、リスト掲載へ

生態系や人の健康に被害を及ぼす恐れのある生き物の対策で、環境省と農林水産省の専門家会議は7日、セアカゴケグモなど動植物424種を掲載した「侵略的外来種リスト」案を了承した。地方自治体や企業などの関心を高め、防除につなげる。

11日／国土交通省

CLTの普及に向けたロードマップを作成

国土交通省と林野庁が、直交集成板（CLT）の普及を図るための取り組みや実施時期をまとめたロードマップを作成した。建築や製材の関係者に、具体的な施策の内容とスケジュール感を知ってもらうことで、今後の取り組みを促す狙いがある。

12日／朝日新聞

「脱原発」の意見が94% エネルギー計画のパブリックコメント

安倍内閣が4月に閣議決定したエネルギー基本計画をつくる際、国民に意見を募った「パブリックコメント」で、脱原発を求める意見が9割を超えていたことが分かった。経済産業省が2013年12月6日に示した基本計画原案に対し、メールやファクスなどで約1万9000件の意見が集まった。同省は2014年2月に主な意見を発表した。原発への賛否は分類しておらず、朝日新聞が経産省に情報公開を求めて開示された全てを原発への賛否で分類した。

12日／朝日新聞

改正土砂災害防止法が成立 危険周知、都道府県に義務づけ

8月にあった広島市の土砂災害などを受けた改正土砂災害防止法が12日、参院本会議で可決・成立した。土砂災害の恐れがある警戒区域を指定する前に実施する基礎調査について、都道府県に結果の公表を義務付ける。土砂災害防止法では都道府県が基礎調査をし、警戒区域や特別警戒区域を指定する。だが、「不動産価値が下がる」といった住民らの反対で指定が進んでいない。土砂災害に襲われた広島市の安佐北区や安佐南区は危険箇所のお大半が警戒区域などに指定されず、2013年10月に伊豆大島（東京都大島町）で発生した土石流の被害現場も警戒区域に指定されていなかった。

12日／朝日新聞

温室ガス減、米中が新目標

オバマ米大統領と中国の習近平国家主席が12日午前、北京で会談し、温室効果ガス削減の新たな目標で合意した。米国は2025年までに05年比で同ガスを26～28%減らすと公表。中国は30年ごろまでを二酸化炭素(CO₂)排出のピークとし、国内の消費エネルギーに占める化石燃料以外の比率を約20%とするの目標を掲げた。2大排出国が目標を示したことで、日本を含む今後の気候変動の取り組みに影響を与えそうだ。

18日／林野庁

きのこ原木、コナラなど樹種によって不足続く

放射性物質の影響により全国的に不足しているきのこ原木の全国的な需給状況（2014年9月末時点）を取りまとめた。供給希望量は5月末時点の調査（151万本）より2割減少し、13府県で118万本だった。一方、供給可能量は5月末時点の調査（175万本）より38万本減少し、137万本となった。供給可能量が総量としては供給希望量を上回っているが、供給希望が多いコナラなどの樹種のきのこ原木に対しては、依然として供給可能量が不足している状況にある。

18日／環境省

ライチョウ生息域外保全実施計画を策定

飼育・繁殖技術の確立、飼育下個体群の維持、科学的知見の集積を目的として、生息域外保全の基本的な考え方や今後の進め方を示した「ライチョウ生息域外保全実施計画」を取りまとめた。公益社団法人日本動物園水族館協会と連携して、ライチョウの生息域外保全に取り組む。これまでの遺伝解析の結果等から、頸城山塊、北アルプス、乗鞍岳、御嶽山、南アルプスの5つの個

体群を基本として保全施策を検討する。

21日／環境省

ナベヅル、マナヅルの新越冬地形成に「基本的考え方」

「ナベヅル、マナヅルの新越冬地形成等に関する基本的考え方」を取りまとめた。国内での新越冬地形成の必要性、取り組みの基本原則、配慮事項などを示した。ナベヅルは世界の生息数の約9割、マナヅルは約5割が日本に飛来しており、鹿児島県出水市が世界最大の越冬地となっている。個体数が一極集中することにより、感染症の発生等による種の絶滅リスクが懸念されている。

24日／朝日新聞・熊本

草原100選など宣言採択 阿蘇でサミット・シンポ

第10回全国草原サミット・シンポジウムが23日、熊本県阿蘇市のホテルで始まり、「残したい日本の草原100」選びに取りかかることなどを盛り込んだシンポジウム阿蘇宣言を採択した。「草原の公益的機能と経済的価値」をテーマに、基調講演や分科会のほか、阿蘇、秋吉台（山口）など3カ所での草原保全の事例発表もあった。24日は、草原がある14自治体の首長らによるサミットがある。

27日／朝日新聞

和紙、無形遺産に決定 埼玉・岐阜・島根、一体で

ユネスコ（国連教育科学文化機関）は26日、「和紙 日本の手漉和紙技術」を無形文化遺産に登録すると正式に決めた。登録が決まったのは、石州半紙（島根県浜田市）、本美濃紙（岐阜県美濃市）、細川紙（埼玉県小川町、東秩父村）の三つをグループ化した「和紙」。パリで開かれたユネスコの政府間委員会で採択された。

29日／朝日新聞・高知

高知県が「林業学校」開校へ 来年4月、経営術を学ぶ力に

高知県は2015年4月に県内初の「林業学校」開校を目指し、12月補正予算案に1525万円を計上した。県内の木材生産量が増加する一方、林業の担い手が十分に確保できていない状況に対応するためだという。

12月

4日／森林総合研究所

発熱量と耐水性に優れる高性能木質ペレット

森林総合研究所は、発熱量や耐水性に優れる高性能な木質ペレット燃料を連続的に製造する国内初の実証プラントを、神奈川県伊勢原市に設置した。ペレットに代表される木質バイオマス固形燃料は、圧縮成型されているために取り扱いやすい反面、発熱量が化石燃料より低く、また、水に浸すと形が崩れるといった欠点がある。しかし、原料となる木材チップを300℃以下で半炭化処理（トレファクション）することにより、発熱量を2～3割程度向上させるとともに、耐水

性を高めることができた。

5日／朝日新聞

温室効果ガス排出量、最大 日本の2013年度

環境省は4日、2013年度の日本の温室効果ガス排出量（速報値）が、前年度比1.6%増の13億9500万t（二酸化炭素換算）で過去最大だったと発表した。原発の代わりに火力発電が増えたことによって化石燃料の消費量が増えたことが影響した。これまでの最大は07年度の13億9400万t。09年度には12億3400万tまで減少したがその後は増え続けている。

5日／朝日新聞・秋田

絶滅危惧種「ゼニタナゴ」、雄物川で9年ぶり確認

大仙市の雄物川で11月、絶滅危惧種のゼニタナゴの産卵が確認された。ゼニタナゴの生息が確認されたのは9年ぶり。河川環境調査を実施した湯沢河川国道事務所によると、ゼニタナゴが本来生息する大河川で確認されるのは、全国で雄物川だけとみられる。ゼニタナゴは体長約8cmの日本固有種の淡水魚。かつては東北地方をはじめ関東や新潟県など1都12県に広く分布していたが、河川環境の悪化で生息場所が減ったうえ、オオクチバスなどの外来魚が大量に侵入した影響もあって生息場所が激減した。

13日／朝日新聞

世紀末、降雪量は半減も 東日本の日本海側 環境省など予測

環境省と気象庁は12日、地球温暖化が進んだ場合、今世紀末に降る雪の量がどう変わるかの予測をまとめた。今のペースで温室効果ガスの排出増が続くシナリオで計算したところ、今世紀末（2080～2100年平均）の日本国内の平均気温は4.4℃上昇する。雪が降る量は、全国平均で現在（1984～2004年平均）の年130cmから57cmへ減少する。地域別では、最も減少幅が大きい東日本の日本海側で、現在の272cmから146cm減って半減する結果になった。

15日／朝日新聞

温暖化目標、薄氷の合意 COP20 閉幕

ペルーで開かれていた国連気候変動枠組み条約の締約国会議（COP20）は、各国が提出する2020年以降の温暖化対策の目標に盛り込む項目などに合意し、14日未明（日本時間同日夕）、閉幕した。先進国と途上国の対立は土壇場で妥協が図られ、2015年末の合意を目指す新しい枠組みづくりに望みをつないだ。

16日／朝日新聞・大分

国内製材最大手、宮崎・日向に工場 輸出へ意欲

国内製材最大手の中国木材（本社広島）が、宮崎県日向市の細島港に建設を進めている日向工場で製材工場などが完成し、11日に初荷式があった。製材工場では太さ20cm前後のスギを切断し、住宅で使う構造材用の板を作る。これまでは大半が林地に放置されていた未利用材の工場もでき、バイオマス発電用のチップなどに加工する。同社は日向工場で作った製品の海外輸出に意欲を示しており、「輸出産業に育て、日本の山を救いたい」とする。

17日／朝日新聞

廃校、新たな活路 農村と都市結ぶ企業施設にも

文部科学省は、2002～13年度に廃校した公立小中高校などについて、2014年5月1日時点でどう活用されているかを調べ、発表した。施設が現存している5100校のうち、活用されていたのは70.3%、3587校だった。主な用途は、地域の体育館などの社会体育施設856校▽オフィスなど企業の施設296校▽老人福祉施設137校▽放課後児童クラブ46校▽大学30校▽住宅15校など。用途が決まっていないのは1081校で、21.2%にのぼった。

20日／朝日新聞

狩猟税軽くするから鳥獣駆除を ハンター減で政府方針

ハンターが納める狩猟税について政府・与党は、シカやイノシシなどの鳥獣駆除に携わる人を対象に、2015年度から全額免除または半額にする方針を固めた。増えている野生鳥獣による農作物被害を防ぐため、担い手の減少傾向を止める狙いがある。

20日／朝日新聞・東京

校舎増築、自然保護に悩む 都心の小学校、敷地確保難しく

児童が増えて増築することになった都心の小学校が、建設場所を確保するため、敷地のやりくりで苦慮している。文京区では、保護者や地域住民の反対にもかかわらず、区立柳町小学校の校庭の一画にある樹林が伐採されることになった。周辺にマンションが建ったことで児童が急増し、区教委はこの樹林を伐採して校舎を建て増す計画を公表した。PTAは反対を決議し、代替案も示して検討を求めたが12月、区議会は伐採を認める予算案を可決した。

24日／朝日新聞

国内56汽水湖の保全を 環境省、資料を発表

環境省は、資料「日本の汽水湖～汽水湖の水環境の現状と保全～」を発表した。淡水と海水が混合する汽水湖は、固有の特性から有効な保全対策技術が十分に構築されていない。自治体やNPOなどが環境保全や対策を行ううえで参考になるデータを、専門家による検討会の助言を受けてまとめた。対象は国内の主な56の汽水湖。流域の最下流に位置することによる汚染物質の集積や、塩分濃度による生物の種類の分布などの特性を示した。

27日／朝日新聞

水銀輸出、原則禁止 水俣条約締結へ国内対策

環境省と経済産業省は、水銀による健康被害や環境汚染を防ぐため、輸出入を原則禁止するなど、包括的な水銀規制の対策をまとめた。2015年の通常国会に新法案と関連法の改正案などを提出し、水銀に関する水俣条約の締結を目指す。

あとがき

昨今は気象の異常が珍しくなくなっており、本書の編集を進めた2014年も国内で自然災害が目立つ年だったように感じられた。中でも集中的な豪雨に起因する広島市北部や長野県南木曾町の土砂災害は、進行する気候変動と森林の関係を考えるうえで、とても気になる事象であったと言える。こうした山地の災害が起こった場合、しばしば聞かれるのは不十分な森林整備が被害を誘発したという議論である。ただ、国土交通省や報道機関が撮影した現地の写真を見てみると、木々に覆われた緑の山肌は豪雨の後もきれいに守られており、土砂が流れた場所は何本かの狭い谷筋に限られていたことが分かる。被災地では、そうした谷の出口にまで住宅地が広がっていたため、土石流に襲われたように見受けられる。

こんな事実から、森林を育てて山の斜面の崩壊を防ぎ、危険な谷筋での居住を制限する方策は、気候変動に対する適応策であることが理解できるだろう。ただし、従来から山の緑化は林野行政が、人々の住まいに関しては住宅行政が、独自に進めてきた事柄である。そこへ新たに気候変動への適応という視点を持ち込み、有効な災害防止策として構築していくことは、日本の行政のしくみや人々の意識を考えると、決して容易なことではないだろう。

森林や環境に携わる研究者とジャーナリストで構成する森林環境研究会（構成メンバーは別項に記す）は、気候変動に関する政府間パネル（IPCC）の新しい報告書が2013～14年に次々と発表されるのを受けながら、2020年以降の気候変動対策の世界的枠組みが築かれる2015年を見据えての議論を進め、この年報『森林環境2015』を生み出すことになった。特集「進行する気候変動と森林～私たちはどう適応するか」では、適応策の抱えている課題と真摯に向き合う形で、さまざまな思考実験を重ねた。前述したように、適応策と呼べるものはすでに実行されてきている施策の中にもあるのだが、それを改めて意識し、合理的で効率的なものへと変貌させていくには、新たな工夫が必要とされている。議論の未成熟な部分があるとすれば、そこは今後、この年報の読者をはじめとする多くの人々とのやりとりの中で醸成させていきたい。

森林・環境に関わる他のいくつかの今日的話題については、トレンド・レビューとして取り上げた。2014年森林環境年表には、各種のプレスリリースや朝日新聞の報道から、重要と思われるものを収録した。この年報が、森林・環境に関心を持つ一人でも多くの方々の手に取られることを願っている。

執筆者プロフィール

**有馬 孝禮** (ありま・たかのり)

東京大学名誉教授、木と住まい研究協会理事長。東京大学大学院農学系研究科修士課程修了、農学博士。建設省建築研究所主任研究員、東京大学大学院農学生命科学研究科教授、宮崎県木材利用技術センター所長など歴任。著書に「なぜ。いま木の建築なのか」「木材の住科学」など、1942年生まれ

**井田 秀行** (いだ・ひでゆき)

信州大学教育学部准教授。広島大学大学院生物圏科学研究科博士課程後期修了、博士(学術)。専門は森林生態学、景観生態学。長野県自然保護研究所(現長野県環境保全研究所)技師を経て2000年より現職。森林動態の研究や、里山の保全と活用に取り組む。1968年生まれ

**伊藤 智章** (いとう・ともあき)

朝日新聞名古屋本社編集委員。京都大文学部卒業。名古屋、東京の社会部員、論説委員などを経て、東日本大震災後に被災地取材のため岩手県の宮古支局長も務めた。2013年4月から現職で、環境問題や河川開発問題などを担当。1960年生まれ

**嶋田 知英** (しまだ・ともひで)

埼玉県環境科学国際センター温暖化対策担当 担当部長。東京農工大学農学部卒業。埼玉県農業改良普及員などを経て現職。現在、埼玉県の温室効果ガス排出量推計や温暖化適応策などに取り組んでいる。1962年生まれ

**白井 信雄** (しらい・のぶお)

法政大学地域研究センター特任教授。大阪大学大学院環境工学専攻修了、博士(工学)。三井情報開発(株)総合研究所環境・資源領域リーダー、(株)プレック研究所持続可能環境・社会研究センター長を経て、2010年より現職。著書は『気候変動に適応する社会』他多数。1961年生まれ

**竹内 敬二** (たけうち・けいじ)

朝日新聞シニアライター。京都大学工学部修士課程修了。朝日新聞社で科学部記者、ロンドン特派員、編集委員兼論説委員などを経て現職。長年にわたって環境・エネルギー問題を担当してきた。1952年生まれ

**田中 伸彦** (たなか・のぶひこ)

東海大学観光学部教授。東京大学農学部林学科卒業、博士(農学)。(独)森林総合研究所上席研究員、林野庁研究・保全課研究企画官などを歴任し、2010年より現職。専門は、観光学、森林風致計画学、造園学、レジャー・レクリエーション学。1966年生まれ

**田中 信行** (たなか・のぶゆき)

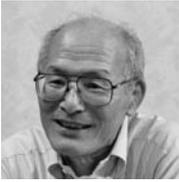
(独)森林総合研究所北海道支所地域研究監。東京大学大学院農学系研究科博士課程単位取得退学、農学博士。専門は森林生態学、熱帯造林、気候温暖化影響評価。小笠原諸島世界自然遺産地域科学委員会や白神山地世界遺産地域科学委員会などの委員を務める。1955年生まれ

**中静 透** (なかしずか・とおる)

東北大学生命科学研究科教授。理学博士。森林総合研究所主任研究官、京大大学生態学研究センター教授、総合地球環境学研究所教授などを経て2006年より現職。専門は森林生態学、生物多様性学。熱帯林や温帯林の動態、森林管理と生物多様性などを研究。1956年生まれ

**中村 太士** (なかむら・ふとし)

北海道大学農学研究院森林生態系管理学研究室教授。北海道大学大学院農学研究科修了、農学博士。森林と川のつながりなど、生態系間の相互作用を土地利用も含めて流域の視点から研究している。日本森林学会賞、生態学琵琶湖賞、尾瀬賞、みどりの学術賞受賞。1958年生まれ

**西岡 秀三** (にしおか・しゅうぞう)

(公財) 地球環境戦略研究機関研究顧問、低炭素社会国際研究ネットワーク事務局長。工学博士。専門は環境システム学、地球環境政策学。1988年のIPCC発足時から2007年の第4次報告書まで、第2作業部会副議長等で参加。著書に「低炭素社会のデザイン」など。1939年生まれ

**原澤 英夫** (はらさわ・ひでお)

(独) 国立環境研究所理事。東京大学工学系研究科都市工学専門課程修士修了、工学博士。専門は環境工学。国立環境研究所の社会環境システム研究センター長などを歴任。IPCC第2作業部会で第3次報告書、第4次報告書のアジア地域のとりまとめを担当した。1954年生まれ

**廣田 充** (ひろた・みつる)

筑波大学生命環境系准教授。筑波大学生物科学研究科博士課程修了、博士(理学)。独立行政法人国立環境研究所のポストドク研究員などを経て現職。専門は植物生態学と生態系生態学。国内の森林、山岳地帯およびチベット高原を対象として研究に取り組んでいる。尾瀬奨励賞受賞。1975年生まれ

**松下 和夫** (まつした・かずお)

京都大学名誉教授、(公財) 地球環境戦略研究機関シニアフェロー。東京大学経済学部卒業、ジョンス・ホプキンス大学大学院修了。専門は地球環境政策論、環境ガバナンス論。環境庁、国連地球サミット事務局、京都大学地球環境学堂教授などを経て現職。1948年生まれ

**安田 喜憲** (やすだ・よしのり)

立命館大学環太平洋文明研究センター長、スウェーデン王立科学アカデミー会員。東北大学大学院理学研究科博士課程退学、理学博士。専門は環境考古学。国際日本文化研究センター教授、東北大学大学院環境科学研究科教授などを歴任。1946年生まれ



吉田 哲郎（よしだ・てつろう）

（公財）地球環境戦略研究機関主任研究員。地球環境政策、国際環境ガバナンスを研究。国連難民高等弁務官事務所（UNHCR）にて世界各地で難民保護・環境プロジェクトに従事。フレッチャースクール、インペリアル・カレッジ・ロンドンにて修士号取得。1974年生まれ

● 森林環境研究会

有馬孝禮（東京大学名誉教授）
伊藤智章（朝日新聞編集委員）
井上真（東京大学大学院教授）
桜井尚武（座長／森林・自然環境技術者教育会会長）
竹内敬二（朝日新聞シニアライター）
福山研二（国際環境研究協会プログラムオフィサー）
松下和夫（京都大学名誉教授）
森本幸裕（京都学園大学教授）
安田喜憲（立命館大学環太平洋文明研究センター長）
鷺谷いづみ（東京大学大学院教授）

● 事務局（森林文化協会）

瓜生啓二
岡本仁太
佐藤さよ子
須藤久士
寺門充
米山正寛

（いづれも五十音順）

森林環境 2015 2015年3月30日 第1刷発行

編著———森林環境研究会
責任編集———松下和夫＋福山研二
発行者———池内文雄
発行・発売———公益財団法人 森林文化協会
東京都中央区築地 5-3-2 朝日新聞東京本社内 〒104-8011
TEL.03-5540-7686 FAX 03-5540-7662
制作・印刷・製本——三協印刷株式会社

©2015Shinrinbunka-kyoukai
Published in Japan
ISBN 978-4-9980871-0-6

2004 ▶ 特集 日本の森林と温暖化防止
責任編集＝竹内敬二＋松下和夫

2005 ▶ 特集 1. 地域再生と森林の力
2. 温暖化防止『京都議定書』の発効
責任編集＝桜井尚武＋村田泰夫

2006 ▶ 特集 世界の森林はいま 苦悩と希望の緑
責任編集＝井上真＋鷲谷いづみ

2007 ▶ 特集 動物反乱と森の崩壊
責任編集＝森本幸裕＋安田喜憲

2008 ▶ 特集 草と木のバイオマス
責任編集＝有馬孝禮＋辻陽明

2009 ▶ 特集 生物多様性の日本
責任編集＝福山研二＋安田喜憲

2010 ▶ 特集 生物多様性 COP10 へ
責任編集＝森本幸裕＋竹内敬二

2011 ▶ 特集 国際森林年 森の明日を考える 12 章
責任編集＝桜井尚武＋松下和夫

2012 ▶ 特集 震災復興と森林
責任編集＝有馬孝禮＋竹内敬二

2013 ▶ 特集 地域資源の活かし方 ～人・自然・ローカルコモンズ
責任編集＝松下和夫＋井上真

2014 ▶ 特集 森と歩む日本再生
責任編集＝竹内敬二＋森本幸裕

いずれも定価 本体 2000 円＋税

お問い合わせ・ご注文は

公益財団法人 森林文化協会 (TEL 03-5540-7686 FAX 03-5540-7662

電子メール info@shinrinbunka.com) へ

ISBN978-4-9980871-0-6

C0040 ¥1800E

定価： 本体1800円 +税



9784998087106



1920040018003

