（公財）農学会・日本農学アカデミー共同主催

公開シンポジウム

講演要旨

陸と海の豊さを守り育てる

－持続可能な発展を目指して－

平成 30 年 3 月 10 日(土)　13 時～

東京大学弥生講堂

■プログラム

総合司会　（公財）農学会　常務理事　丹下　健

13:00～13:05　開会挨拶　（公財）農学会　会長　長澤　寛道

13:05～13:40　基調講演　「持続可能な自然共生社会の実現に向けて」
東京大学　サステイナビリティ学連携研究機構　武内　和彦

13:40～14:15　「砂漠化に直面する乾燥地の森林」
岡山大学　地域総合研究センター　吉川　賢

14:15～14:50　「私たちの森と生態系サービス」
森林研究・整備機構　森林総合研究所　黒川　紘子

14:50～15:05　・・・・　休憩（15 分）・・・・

15:05～15:40　「森・里・川・海のつながり」
北海道大学大学院農学研究院　中村　太士

15:40～16:15　「「陸上動物であるヒトは海洋環境をどこまで保全できるか」
東京大学大学院農学生命科学研究科　八木　信行

16:15～16:25　・・・・　休憩（10 分）・・・・

16:25～17:25　総合討論
司会進行：武内　和彦
パネリスト：上記講演者４名

17:25～17:30　閉会挨拶　日本農学アカデミー　会長　古在　豊樹

目　　次

開催趣旨 …… 1

（公財）農学会会長　　長澤 寛道

基調講演　持続可能な自然共生社会の実現に向けて …… 2

東京大学　サステイナビリティ学連携研究機構　特任教授　　武内　和彦

砂漠化に直面する乾燥地の森林 …… 4

岡山大学　地域総合研究センター　特任教授　　吉川　　賢

私たちの森と生態系サービス …… 6

森林研究・整備機構　森林総合研究所主任研究員　　黒川　紘子

森・里・川・海のつながり …… 8

北海道大学大学院農学研究院　教授　　中村　太士

陸上動物であるヒトは海洋環境をどこまで保全できるか …… 10

東京大学大学院農学生命科学研究科　教授　　八木　信行

講演者プロフィール …… 12

シンポジウム開催の趣旨

地球が円い形をした太陽系の惑星の一つであることを人々が認識しはじめたのは大航海時代以降であろうか。それでも地球上には無限に近い大地と海があるような意識がどこかに残っていたかもしれません。いまや航空機を使えば 2 日ほどで世界一周さえできます。近年になって人々は否応なくこの限られた狭い大地の上で住むしかないという現実を共通に認識するようになりました。しかも、人口は今なお増え続けています。

西太平洋赤道付近の海水温が日本の気候に大きな影響を及ぼし、チェルノブイリや福島の放射性物質は国を超えて思わぬところまで飛散し、主に人間活動から排出される温室効果ガスは大気に拡散して地球上のあらゆる所に行きわたり、国境を越えて深刻化しています。また、地域紛争によって生じた大量の難民は国を超えて移動し、大国の経済の良し悪しは全世界の国々の経済に直ちに大きな影響をもたらします。このように、一国では解決できない深刻な問題が山積していることも共通認識になっており、今後、地球規模のさまざまな問題を解決するには、みんなが国を超えて協力していくしか方法がありません。

最近よく SDG s（エスディージーズ）という言葉を新聞や雑誌で目にするし、テレビやネット上でも見る機会が多い。SDGs は”Sustainable Development Goals”（持続可能な開発目標）の略であり、2015 年 9 月に国連総会の場で採択された 17 項目からなり、2030 年までに達成する目標とされています。人類共通の様々な問題に対してすべての国が協力して対処しようとするものです。17 項目には、1. 貧困、2. 飢餓、3. 健康と福祉、4. 教育、5. 男女平等、6. 衛生（トイレ）と水、7. クリーンエネルギー、8. 働き甲斐と経済成長、9. 産業の技術革新、10. 平等社会、11. 住み続けられる町、12. 作る・使う責任、13. 気候変動、14. 陸の豊かさ、15. 海の豊かさ、16. 平和と公正、17. パートナーシップで目標達成、が掲げられています。農学と直接的、あるいは間接的に関係する項目も多いことがわかります。日本国内でもすでにいろいろな取り組みが始まっています。

前 2 回のシンポジウムでは、主に 2 の食料問題を取り上げました。今回は、14 と 15 の陸と海の豊かさを取り上げます。山（森林）、平地（里山・農地）、海のそれぞれの豊かさ、およびそれらを結ぶ水の流れに沿った自然環境の豊かさをどのようにして守っていくのかについて、現状と今後の問題点を解説していただきます。基調講演を日本のサステイナビリティ学の草分けである東京大学の武内和彦特任教授にお願いしました。また、乾燥地の問題を岡山大学の吉川賢特任教授に、森林の役割を国立研究開発法人森林研究・整備機構の黒川紘子主任研究員に、森から海までのつながりを北海道大学の中村太士教授に、海の環境保全について東京大学の八木信行教授にご講演いただき、最後に総合討論を行います。

聴衆の皆様には活発な質疑にご参加くださいますようお願いいたします。

平成 30 年 3 月 10 日

（公財）農学会会長　長澤寛道

持続可能な自然共生社会の実現に向けて

武内和彦
東京大学サステイナビリティ学連携研究機構　特任教授

持続可能な開発目標(SDGs)は、環境、社会、経済の均衡的発展を目指す国際連合の取り組みであり、日本では、政府とともに、地方自治体、企業、大学、NPO など多様なステークホルダーが参加し、その実現に向けた取組をはじめています。SDG s では、地球環境が許容する範囲で、人類が持続的な成長を続け、すべての人々が豊かさを享受できるような社会づくりが求められます。本講演では、SDGs と関連づけながら、自然資本を活かした持続可能な自然共生社会づくりについて、具体例を紹介しながら展望したいと思います。

自然共生社会と SATOYAMA イニシアティブ

自然共生社会は、2017 年に閣議決定された「21 世紀環境立国戦略」ではじめて提唱されたもので、自然資本を活かした持続可能な社会の目標像です。この自然共生社会の実現を、世界各地で目指すために始められた国際的な取組が「SATOYAMA イニシアティブ」です。これは、日本の里山や里海にみられるように、世界各地で人間と自然の共生関係が損なわれている現状をふまえ、両者の関係の再構築を目指すことにより、それぞれの地域社会の持続的発展を図ろうとするものです。

SATOYAMA イニシアティブは、2010 年に名古屋で開催された生物多様性条約第 10 回締約国会議(COP10)を機に発足しましたが、この条約が目標とする「持続可能な生物資源の利用」に大きく貢献してきました。また、それとともに、SDGs の多くの目標の実現にも大きく貢献するものと期待されています。とくに、目標 2（飢餓をゼロに)、目標 12（つくる責任つかう責任)、目標 14（海の豊かさを守ろう)、目標 15（陸の豊かさを守ろう）に対しては直接貢献できますし、それ以外の多くの目標とも関係しています。

自然共生社会と世界農業遺産（GIAHS）

演者は、その発足以来、SATOYAMA イニシアティブに深くかかわってきましたが、もう一つかかわっている国際的な取組として、ローマに本部がある国連食糧農業機関（FAO）が推進する世界農業遺産（Globally Important Agricultural Heritage System；GIAHS）があります。これは、優れた伝統的農林業システムを世界農業遺産として認定し、その持続可能なシステムの保全を図ることにより貧困や環境問題の解決につなげようとする制度です。2016 年からは、世界の各地域を代表する７名の専門家からなる世界農業遺産科学助言グループ(Scientific Advisory Group: SAG)が審査と認定を行っており、演者もその一員です。

日本で最初に世界農業遺産に認定されたのは、「トキと共生する佐渡の里山」、「能登の里山里海」でいずれも、SATOYAMA イニシアティブと関連の深い伝統的な里山里海での取り組

みが推奨されました。その後、日本における世界農業遺産の認定地域は９地域まで増加していますが、いずれも自然共生社会づくりのモデルとなりうるものです。日本で世界農業遺産の取組が盛んになったことから、２０１７年からは、農林水産省が認定する日本農業遺産の制度を創設し、現在８地域が認定されています。

世界農業遺産の認定基準は、①食料および生計の保障、②農林水産業の生物多様性、③知識システム、④文化、価値観、社会組織、⑤ランドスケープ、シースケープです。ランド（シー）スケープは、日本の里山・里海に対応する概念ですから、日本の取り組みがFAOの認定基準に取り入れられたと言ってよいでしょう。日本農業遺産では、さらに日本独自の基準として、①変化に対するレジリエンス、②多様な主体の参加、③六次産業化が加わります。このような世界農業遺産・日本農業遺産の認定は、SDGsのすべての目標と深くかかわっており、それらの実現に貢献することが期待されています。

第五次環境基本計画と自然共生社会づくり

演者が会長を務める中央環境審議会では、第五次環境基本計画を策定するための議論を続けています。今回の策定における新たな視点としてSDGsを基本計画に本格的に取り入れたことがあげられます。すなわち、地球の限界（プラネタリー・バウンダリー）の中で、いかに豊かな人々の暮らしを実現できるのかを展望しつつ、環境、社会、経済の統合により持続可能な発展を目指すというSDGｓの考え方が盛り込まれたのです。また、ここでもSDGｓの実現を目指す他の取組と同様、多様なステークホルダーの参加を求めています。

この環境基本計画では、SDGｓの考え方も踏まえ、新たに「地域循環共生圏」の概念を提案しています。脱炭素社会、循環型社会、自然共生社会を統合した持続可能な地域づくりを目指すとともに、農村と都市が自然資本、社会資本、人的資本を通じて統合的かつ循環的な圏域を形成することが、これからの持続可能な地域づくりに必要という発想に基づくものです。日本はいま、少子高齢化対策や地方創生といった大きな課題を抱えています。自然資本や人的資本を基盤とした自然共生社会づくりは、これからの日本と世界の持続可能な未来を考えるうえで欠かすことのできない重要な視点だと思います。

砂漠化に直面する乾燥地の森林

吉川　賢
岡山大学地域総合研究センター

世界の環境問題としては、温暖化と生物多様性の保全に関心が集まっている。しかし地球の陸地の半分を占める乾燥地における砂漠化問題はなかなか注目されない。その大きな原因は日本に乾燥地がなく、砂漠化の危険を肌で感じることができないことである。そこで、本講演では乾燥地とそこに成立する森林について紹介する。

1. 乾燥地の広さと環境

年間降雨量が最大蒸発散量の 2/3 を下回る土地が乾燥地で、その中は乾燥度の強さに応じて極乾燥地、乾燥地、半乾燥地、乾燥半湿潤地の４つに区分される。全部の広さは 6150 万㎢あり、地球の陸地の 47.7%、アフリカ大陸の 2 倍になる。

1 年間に降る雨の量は年により大きく変動し、少ないときには生態系に深刻な被害を与えるレベルまで減少する。また、年平均降雨量よりも日最大降雨量の方が多いところがたくさんある。つまり、降る時は激しく降る。そのため、乾燥地では干ばつは必ず起こるし、洪水が頻発する。風が強く、植生が貧弱なため砂嵐や火事もよく発生する。

２．砂漠化の定義と原因

砂漠化とは、乾燥、半乾燥および乾燥半湿潤地において、気候変動（干ばつなど）や人間活動などによって起こる土地の劣化である。つまり、砂漠化とは乾燥地の中で本来は農業生産に利用できる土地が生産力を失って劣化していく現象である。その対象面積はおよそ 5166 万㎢になる。砂漠化に直面している土地は 3600 ㎢で、何らかの土壌劣化が始まっている土地は 1000 ㎢前後と推定されている。

人口増加や市場経済の変化などによって、徐々にそれまでよりも強い負荷を掛けた生産を余儀なくされたために、これまで長く生活資材を得ていた生態系から、その生態系が持続的に提供できる資源量を超えて収穫をするようになる。その結果、生態系の持続的なサイクルが破壊され、土地の生産力が劣化することで砂漠化が始まる。

３．乾燥地の森林とその機能

乾燥地にはシベリアのタイガ林から、モンゴルの森林ステップ、地中海のカシ林、果てはアラビア半島のヒルギダマシ林まで、様々な形態と生理・生態的特性の樹林が成立する。

乾燥地の 18%は森林に区分されるが、放牧草地や耕作地と分類されている土地にも疎林が存在し、それらを合計すると 1968 ㎢となる。そのうちの 44%は「森林」の外にある森林・樹木である。そこに 135 億本の樹木が生育していると推定されている。

乾燥地林の機能の内で最も重要なものは薪炭材を含む様々な資源を生産することである。2011 年には世界の木材生産量 30 億㎥の半分が薪炭材であった。また、エネルギー源として以外の消費量も、先進国だけでなく、開発途上国でも増えている。その他、マンゴ

ーなどの果樹や家畜の飼料などの生産基盤としても重要である。

乾燥地全体で有機態炭素は 241Gt あり、全世界の深さ 1m までの土壌に含まれる炭素量（1550Gt）の 15.5%を占め、砂漠化で 0.25GtC/y 程が排出されていると推定されている。

乾燥地の土壌は透水性が低くいため、降雨直後から河川流量が一気に増加する。しかし、植生を増やして透水性を向上させると、蒸散が増えて、利用できる水量が減少する。

４．乾燥地林の保全と管理

・状況

厳しい環境に成立する乾燥地生態系は、まず破壊されないような強靭さが必要である。しかも、破壊されても元に戻る高い回復力を備えていなければ永続しない。しかし現実には、世界中の乾燥地林で無計画に大量に薪炭材が伐り出され、薪炭材供給量は危機的速度で減少している。盗伐や放火による森林破壊も広がっている。また、過放牧で更新が起こらないために崩壊する森林も増えている。本来、森林生態系に内在する回復力に依存した伝統的な森林利用は収奪的である。それでも人々の生活を森林が支え得たのは森林資源が需要に比して膨大に存在していたからである。そういうバランスを考慮しないまま利用が進んでいけば、早晩非持続的な状況に陥る。

・管理の目的

資源量が限られ、環境条件が年々大きく変動する乾燥地においても、伝統的システムによる資源管理技術は長い時間をかけた試行錯誤と淘汰の結果作り上げられた戦略であり、多くの合理性が認められる。その技術を近代的な土地管理技術で安易に置き換えるのは危険である。ただし、すべての伝統的な生業が自然と共生できるわけではない。現在の環境の変化に適応した生産活動が必要である。

乾燥地林の利用は中・長期の持続的な木材収穫だけではなく、もっと短期間の薪炭材や生活資材の持続的な収穫も重要な管理目的である。さらに、森林から人々の生活へ供給されるアメニティーや精神的なよりどころといった「恵み」の充実も管理の目的としなければならない。収奪的な生産活動が原因で劣化した乾燥地林を回復させるために、人間活動を排除してはならず、環境保全政策が日々の生活を圧迫してはならない。

・課題と対策

これまでほとんど乾燥地林は管理されることがなかったので、在来種の成長速度や特性がほとんど知られていないし、森林造成技術も不完全である。植林の効果を確実にするために植林地を囲い込むことは有効であるが、土地の囲い込みは家畜生産者にとっては生産環境の大きな攪乱であり、地域社会も大きな影響を受ける。森林の保全･利用は農業や牧畜と統合的に運営管理し、土地利用を最適化しなければ永続できない。草原を開墾するのと同じように、安易な植林は遊牧畜社会を破壊する脅威となる。

乾燥地の地域社会の生活･文化の重要性を理解し、乾燥地生態系についての深い洞察力を持った人材の育成が欠かせない。彼らが新しい試みを導入できる能力、さらに言うなら、別のところで行われている試みに対して高い関心を持ち、その有効性を理解できる能力を持つことで、乾燥地林の持続的利用を目指すことが可能となる。

私たちの森と生態系サービス

黒川　紘子
森林研究・整備機構　森林総合研究所

古来より私たちは自然がもたらす恵みに依存して生活を営んできました。特に私たち日本人にとっても身近な自然である森林は、実にさまざまな「生態系サービス」をもたらしてくれています。しかしながら、自然に対する負荷や需要が高まる中、生態系サービスの劣化が懸念されています。そのような状況の中、どのようなしくみで生態系サービスが生み出されるのか、撹乱や環境変動に対して生態系サービスはどう変化するのか、生態系サービスの価値はどれくらいなのか、などの問いに答えることは、生態系サービスを適切に維持・管理する手法の開発に不可欠です。本講演では、生態系サービスや自然資本、生物多様性と生態系サービスとの関係などについての基本的概念に加え、生態系サービス評価に関連したいくつかの研究例を紹介しながら、生態系サービスを持続的に利用していくにはどうしたらよいかを考えてみたいと思います。

「生態系の働き」から得られるさまざまな恵み：生態系サービス

世界の陸地面積のおよそ３割、日本ならそのおよそ７割を占める森林は、私たちにさまざまな恵みをもたらしてくれています。例えば、木材や燃料の供給、大気中の二酸化炭素の吸収による気候の制御、水の保持・浄化や土砂災害の防止などが挙げられます。さらに、他の生き物の餌や住処になったり、私たちには楽しみや安らぎも与えてくれたりします。2005 年に国連の主導で編纂された「ミレニアム生態系評価」では、人間が生態系から得ているこのような恵みを「生態系サービス」と呼びました。生態系とは、ある地域に生息する全ての生物とそれを取り囲む非生物的な環境との相互作用から成り立つシステムのことで、生態系サービスはこの生態系内の相互作用による物質の生産・分解・循環といった生態系の働き（生態系機能）に下支えされています。生態系サービスには、食料・水・繊維・燃料などを供給するサービス（供給サービス）、気候・水質・疾病などを調整するサービス（調整サービス）、信仰・審美・レクリエーション・教育などに関わる文化的なサービス（文化サービス）、そして一次生産・栄養塩循環・土壌形成などに関わり、他のサービスを支える基盤サービスが含まれます。

生態系サービスを生み出す資本：自然資本

私たちの生活を維持するとともに、その質を高めてくれる生態系サービスを生み出す資本となるのが「自然資本」です。これまで人間の活動は限定的で自然の許容範囲内であったため、生態系サービスはタダであると考えて経済活動を行ってきても問題は大きくなりませんでした。しかし、過剰利用や二酸化炭素などの温室効果ガスの濃度上昇に伴う気候変動、農地化や市街地化といった土地利用変化など、自然への負荷や需要が増大するにつれ、生態系サービスの劣化が懸念されるようになりました。近年、人工資本（経済生産活動に供する資本）や人的資本（人間の教育、知識、技術、健康などの資本）と並び、生態系サービスを生み出す自然もタダではなく、「自然資本」として定量的に価値評価し経済活動に組み込むことで、生態系管理や保全政策、自然再生の意思決定プロセスに取り込もうという試みが始まっています。

生態系サービスの量や安定供給を高めるもの：生物多様性

人間による撹乱や環境変動が進んでいく中、どのような自然資本を守れば生態系サービスを持続的に利用できるのでしょうか？その答えを得るためには、自然資本が生態系サービスをどう生み出すのか、撹乱や環境変動に対して生態系はどう応答するのかなど、自然のしくみを理解する必要があります。生態系サービスを下支えしている生態系機能の量やその安定性には、生物多様性が関わっていることがわかりつつあります。生物多様性には遺伝的多様性、種多様性、機能的多様性、景観多様性（生態系の多様性）など複数の階層の多様性があり、それぞれの階層の多様性と撹乱や生態系機能との関係性を明らかにする研究が、1990 年代以降急速に発展しました。また、生態系を構成する生物の機能形質（撹乱に対する応答や生態系機能の発揮に関わる生物の形態的、生理的特徴）を利用し、撹乱や環境変動に対する生態系の応答とそれに付随する生態系機能の変化を定量、予測する研究も進んでいます。

私たちの森の生態系サービス

上記で紹介した概念を踏まえ、特にこれまで評価例の少ない調整サービスや文化サービスを中心に、日本の森林で全国レベル、地域レベルで進められている研究例を紹介したいと思います。

森・里・川・海のつながり

中村太士
北海道大学　大学院農学研究院

森と川のつながり

渓畔林が川の水面を覆うと、太陽の光が遮断され、川の表面は暗く、こもれびが差し込む程度になる。北海道の広葉樹林では、夏の間、太陽日射量の約 85%がカットされ、直接水面に到達できるエネルギー量は 15%程度に抑えられる。こうした渓畔林樹冠の日射遮断によって、夏期、川の水がもっとも少なくなる時期でも、山地上流域の渓流水温は低温に保たれ、渓流内の石礫に付着する藻類の繁殖はおさえられることになる。渓畔林樹冠による日射遮断効果と低水温の維持は、摂氏 20 度以下の冷水を好むヤマメやイワナなどの遡河回遊魚にとってはきわめて重要であり、生息域を制限する要因として水温が強く影響する。

渓畔林の樹冠による日射遮断が卓越する山地渓流では、藻類による一次生産（光合成）量はきわめて少なく、河川で生息する昆虫や魚類が生息するためには、エネルギーの大部分を渓流外で生産される有機物にたよらなくてはならない。このエネルギー源のほとんどが、秋に渓畔林から落とされる落葉である。落葉の分解速度は、樹種によって異なっており、一般的には渓畔にみられ窒素分の多いハンノキ属やシナノキ属が最も分解されやすく、ブナ属やコナラ属などの硬い葉は分解が遅い。水辺に張り出した枝からは、落葉のみならず多くの陸生昆虫が落下する。洪水等によって河川内での落葉の流出がすすみ、水生昆虫の現存量が少なくなる夏の期間、渓畔林から落下する陸生昆虫の量が逆にピークになる。河川内が貧栄養状態のこの期間、落下昆虫は魚類の栄養を補う重要な食物源になると考えられ、河川と周辺の森林は相補的にエネルギーを補っていることがうかがえる。

朽ちて河川内に倒れ込んだ倒木、さらに移動した流木も魚類の生息場環境の形成に重要な役割を果たしている。一般的には、倒流木量が増えると局部洗掘に伴う淵や、カバー(捕食者から身を隠すための影部)が多く形成され、魚類の個体数、種数が増えることがわかっている。水辺林は生立木として河川に影響を与えるだけでなく、風倒や朽ちて河川に倒れ込んだ後も、河川内の多様な環境形成に大きく貢献するのである。

過剰になると河川水質の汚濁源となる窒素やリン、濁りの粒子が、森林（特に水辺林）および土壌粒子によって効率的に除去されることもよく知られている。天然林では大雨が降っても、ほとんど土壌表面を流れる水みちは形成されない。森林土壌がスポンジのように雨を浸透させるためで、浸透した雨水が河川に湧出するときには、栄養塩や濁りの成分の大部分が除去され、きれいな水が河川に供給されるのである。

上流から下流へ、海から陸へ

温帯落葉広葉樹林を流れる河川の物質収支は、生産と流送が一時期に集中する傾向にある。落葉は地域によって多少異なるが、10 月～11 月に集中し、流送は春の融雪時か夏の豪雨時に集中する。秋に集中して生産され、一気に海まで流されてしまえば有機物や栄養塩は水生生物に利用されずに終わる。中程度の分解スピードをもつカエデ属、シラカンバ

属の落葉であっても 90%分解されるためには、8～15 ヶ月要するのである。こうした集中性を分散し、供給されたエネルギーを一旦貯留する構造が自然河川のあちこちにある。物質がゆっくり運搬されることが川の生態系にとっては重要である。

川の中に供給された落葉は、渓流内に分布するいろいろな障害物、たとえば倒木や流木、さらに枝にからみついて捕捉されたり、突起している礫裏にいも虫状に重なりあったり、また淵や流速の遅くなった河岸沿いに多く分布する。細かい落葉片や微細な有機物などは河床の砂礫の間隙に捕捉されたりもする。流域で生産された落葉は、当初は大きな有機物片であるが、落葉を破砕する上流域の水生昆虫に摂食されて細かくなり、下流域では細かくなった粒状有機物を集める水生昆虫に再度利用されることになる。窒素も同様で、分解の過程を通じて上流から下流に向かって何度も利用される。

ほとんどの物質は重力に支配されて上流から下流に流れるが、生物が介在することによって、下流から上流へ、海や川から陸へ流れるエネルギーの環流もある。北海道知床の生態系維持機構として注目を集めているのが、海で得た栄養分を上流へ運ぶサケ科魚類の役割である。産卵のために遡上したサケ類は、陸上のクマやタヌキ、キツネ、カラス、ワシ類などによって食べられ、産卵後の死骸も水生および陸上生物によって分解される。さらに川から羽化した水生昆虫は鳥類のエサとして重要である。北海道のヒグマの骨からコラーゲンを抽出し､その成分からヒグマの食性の変化について検討した興味深い研究がある。それによると、明治以降のヒグマはフキやセリ科などの草本やヤマブドウ・サルナシの果実といった植物質中心の食性なのに対し、それ以前のヒグマはサケやシカといった動物質を多く利用していたと報告されている。北海道での開発が本格化した明治時代以降にヒグマとサケを通じた森と川、そして海のつながりも急激に変化したと言える。

水辺域は生物多様性の高い場所といわれており、水辺域を利用する脊椎動物は当該地域に生息する脊椎動物の約 70%におよぶとの報告が海外にある。北海道のエゾシカは、湖畔や河畔域を越冬する場所、移動する回廊として利用している。シマフクロウが営巣するためには大径の水辺林が必要で、移動のためには幅広い林帯、さらに餌となる魚類が多く生息する豊かな河川が必要である。先に述べた水辺林の多様な構造は、多くの動物にとって必要な生息場環境を提供していると考えられており、鳥類の他、コウモリ、ネズミ類、テン、カワウソ、サンショウウオ等が、水辺域や水辺林に依存しながら生息している。

つながりの分断と再生

残念ながら、明治以降、日本の森と川、そして海とのつながりは土地開発とともに分断化されてきた。蛇行したほとんどの河川が、治水や農地開発のために直線化され、生物の生息場環境は劣化し､有機物等の河川生態系を支える物質も河川内に保持されることなく、あっという間に森から海まで運ばれるようになってしまった。ダムや河口堰によってサケ科魚類が遡上できない河川も多く、陸域と海域のつながりも分断されてきた。しかし、こうした状況を改善するために､20 世紀終わりには多くの法律で環境保全の重要性が位置づけられ、21 世紀に入って様々な保全活動や自然再生事業が実施されるようになってきた。そうした新たな動きについても述べたい。

陸上動物であるヒトは海洋環境をどこまで保全できるか

八木信行
東京大学大学院農学生命科学研究科

海の大きさを表現する言葉として、「海は全ての川を受け入れる」との言い方が中国語などに存在する。この言葉が暗黙裏に想定しているのは、陸上に住む人間などが発生させる汚染物質が川を伝って海に流入するスピードよりも、海による汚染物質の分解や物質循環のスピードの方が早いため、結果的に海に汚染は累積しないという状況である。たしかに産業革命以前であればこのような状況だけが世界に存在していたであろう。しかし最近では人間の技術発展に伴い、汚染が分解されずに経年的に海に蓄積する問題が発生し始めた。海洋にプラスチックゴミが蓄積するなどがそれであり、海が全ての川を受け入れていたら大変なことになる時代が到来したといえる。

陸上に加えて、海洋における人間活動も拡大の一途をたどっている。石油などの海底資源の開発や、新技術を使った漁業なども日進月歩の状況を見せている。例えば漁業の分野でも、2000 メートルの深海で底曳き網を使って魚を漁獲する技術や、海底に電気的な刺激を与えて魚をショック状態にして漁獲するパルスフィッシングの技術など、様々な技術革新が EU などでなされている。

余談ながら日本漁船はこのような技術革新はあまり取り込んでおらず、漁具や漁法はここ何十年変わっていない。トロール漁業では、概ね 200 メートル以浅の海で伝統的な方法で漁を続けている。日本の漁業免許制度が厳格であること、補助金の金額が少なく用途の制限も厳格であることが影響して、日本では新しい漁業技術への大胆な投資はあまり起こらないのであろう。このことは資源保護の予防的アプローチとしては良いが、国際市場で成長産業化させる意味ではマイナスかもしれず、人によって評価は分かれるだろう。

いずれにせよ、FAO（国連食糧農業機関）でも 1950 年代頃には、海の漁業資源が無限に存在する前提でなされていた議論もあったが、最近は FAO や OECD（経済協力開発機構）、国連総会や各種の漁業管理機関でも誰もそのような議論をしなくなった。海は全ての川を受け入れることが難しくなっただけでなく、全ての漁船を受け入れることも難しくなったという認識が一般化してきた。

このような中、2015 年 9 月「国連持続可能な開発サミット」において「我々の世界を変革する：持続可能な開発のための 2030 アジェンダ」が採択された。ここで掲げられているのが 17 の目標と 169 のターゲットであり、「持続可能な開発目（SDGs）」と呼ばれている。前文には、これら目標とターゲットは、 ミレニアム開発目標（MDGs）の後継的位置づけ

であること、また人々の人権を実現し、ジェンダー平等を目指していること、さらには持続可能な開発の３つの側面、すなわち経済、社会および環境の３側面を調和させるものであることが明記されている。17 の目標の中には海洋に関して「持続可能な開発のために海洋・海洋資源を保全し、持続可能な形で利用する」との内容が含まれている。

しかしながら、陸上動物であるヒトが海洋環境を保全し持続可能な形で利用することには２つの限界が存在していると考えられる。

１つは科学知識の限界である。自然資源を保全し利用する際には科学知識が重要な役割を果たすが、この知識を得るための海洋調査は、船舶や計測器など特別な機材が必要になるため簡単な作業ではない。東京大学では新学術領域の科研費を受けて「新海洋像：その機能と持続的利用」という研究プロジェクトが 2017 年まで 5 年間存在した（研究代表：古谷研）。ここでは海洋の区域を細分化して物質循環と生態系動態を解明し、これに基づき社会共通資本としての海洋の価値を評価し、この価値を利用するためのガバナンスに向けた法的経済的枠組みを明らかにするものであった。この概要はニューヨークの国連で海洋関連のシンポジウムが行われた際に２回に渡って日本から紹介した。国連などではサイドイベントで各国の研究活動も紹介されるが、日本側の調査に比肩する調査航海や研究を行った外国の研究事例紹介はあまりなく、人類が海洋を総合的に調査する事例が現在でも意外に少ないことが見て取れた。

２つめは人間組織の限界である。自然資源を保全する際には人間側にも何らかのインセンティブが存在していることが重要になる。つまり人間が自然に手を入れて保全する労力（コスト）の見返りが、将来的に得られる利益とバランスするような構図で人間組織が構築できれば、その活動は継続しやすい。しかし広い海洋では人間組織の構築が難しい。特に外洋にはカツオやマグロなど複数の国を移動する資源も多い。これらを管理する国際条約は存在するが、政府交渉による取決めを国内法で担保するやり方であり、複数にまたがる資源利用者が国境を越えて組織化され問題意識を共有するところまではいっていない。

発表では、これらの問題を踏まえた上で、今後の変革に必要な行動に向けたアイディアを議論する。

講演者プロフィール

敬称略・講演順

【武内　和彦（たけうち かずひこ）】

1951 年和歌山市生まれ。1974 年東京大学理学部卒業、1976 年同大学院農学系研究科修士課程修了。農学博士。東京大学農学部助教授などを経て、1997 年より 2012 年まで同大学院農学生命科学研究科教授。2008 年より 20165 年まで国連大学副学長・上級副学長。2012 年より 2017 年 3 月まで東京大学サステイナビリティ学連携研究機構(IR3S)機構長・教授。2017 年 4 月より東京大学 IR3S 機構長・特任教授。同年 7 月より公益財団法人地球環境戦略研究機関（IGES）理事長。中央環境審議会会長、日本学術会議副会長、Sustainability Science 誌（Springer）編集長などを兼務。2017 年、日本農学賞・読売農学賞、Otto Soemarwoto Award を受賞。著書に『日本の自然環境政策―自然共生社会をつくる』（東京大学出版会、2014 年、共編著）などがある。

【吉川　賢（よしかわ　けん）】

1949 年奈良県生まれ。1978 年京都大学大学院農学研究科林学専攻博士課程修了。農学博士。1983 年高知大学農学部林学科講師。1991 年岡山大学農学部助教授、1998 年同教授。2015 年まで岡山大学大学院環境生命科学研究科教授として、研究科長、内蒙古農業大学客員教授、中央環境審議会委員、日本緑化工学会理事を兼任。現在は岡山大学名誉教授および地域総合研究センター特任教授、日本沙漠学会会長など。樹木の乾燥ストレス耐性の生理生態的解明。1998 年「砂漠化防止への挑戦」（中公新書）で日刊工業新聞技術科学図書文化賞、2005 年日本森林学会賞、2018 年日本沙漠学会賞、日本緑化工学会賞など。

【黒川　紘子（くろかわ　ひろこ）】

2004 年京都大学大学院理学研究科生物科学専攻植物学系博士後期課程修了。理学博士。2003 年から日本学術振興会特別研究員(DC2, PD)、2008 年から横浜国立大学グローバル COE フェロー、2009 年から東北大学グローバル COE 助教、2011 年から東北大学大学院生命科学研究科助教を経て、2014 年 10 月より国立研究開発法人　森林研究・整備機構　森林総合研究所　主任研究員。植物の機能に関わる生理的、形態的特性（機能形質）に着目し、特に森林生態系において、樹木と他の生物との関係や樹木が生態系の働きを左右するメカニズムを明らかにするための研究を行っている。著書に『生態適応科学―自然のしくみを活かし、持続可能な未来を拓く』（日経 BP 社、2013 年、共編著 http://meme.biology.tohoku.ac.jp/gema/Documents/textbook/にて無料配布）などがある。

【中村　太士（なかむら　ふとし）】

1958年愛知県名古屋市生まれ。1983年北海道大学大学院農学研究科林学専攻修士課程修了。農学博士。1984年北海道大学農学部助手として採用。1990年同講師、1992年同助教授、2000年同教授。1990 年から92 年までアメリカのオレゴン州立大学で生態系管理学を学ぶ。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。2005年日本森林学会賞、2009年生態学琵琶湖賞、2011年尾瀬賞、2012年みどりの学術賞、2013年北海道大学研究総長賞、2017年日本農学賞、読売農学賞受賞、2018年北海道科学技術賞。国際誌Geomorphology, Earth Surface Processes and Landforms, Oxford Bibliographies (Oxford University Press) などの編集委員、日本森林学会会長、日本生態学会代議員、応用生態工学会副会長などを歴任する。中央環境審議会、国土審議会、社会資本整備審議会、釧路湿原自然再生協議会会長を務める。

【八木　信行（やぎ　のぶゆき）】

1987 年東京大学農学部卒、1994 年米国ペンシルバニア大学ウォートンスクール経営学修士（MBA）、2008 年東京大学博士（農学）。1987 年農水省入省後、水産庁や外務省（在アメリカ合衆国日本国大使館）勤務をへて 2008 年東京大学特任准教授。2011 年農水省を退職し東京大学大学院准教授、2017 年東京大学大学院教授。研究分野は国際漁業資源の配分問題、農林水産業のイノベーションと地域経済など。現在、農林水産省世界農業遺産専門家会議委員、日本学術会議連携会員、国際漁業経済学会（本部アメリカ）理事等。