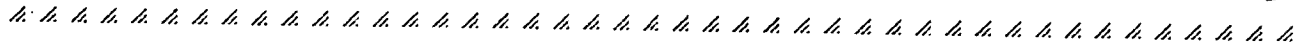


日本生態学会関東地区会会報

2001. March 第49号



特集「生物多様性の意義と価値」



日本生態学会関東地区会

目 次

| | |
|--|----|
| 日本生態学会関東地区会 公開シンポジウム「生物多様性の意義と価値」 樋口広芳 | 1 |
| 自然界での生物多様性の役割 一樹木の多様性と森林安定性の観点から 北山兼弘 | 2 |
| 機能タイプのプールサイズと生態系の応答速度： 北山氏の講演に対するコメント 可知直毅 | 6 |
| 北山さんの講演・可知さんのコメントについての質疑応答 | 7 |
| 歴史的価値としての生物多様性の保全 平川浩文 | 8 |
| 平川氏の講演に対するコメント 松田裕之 | 13 |
| 平川さんの講演・松田さんのコメントについての質疑応答 | 14 |
| 市民は生物多様性をどこで学べるか？ 浜口哲一 | 15 |
| 生物多様性の意義と価値 一特に人間社会との関係において一 中村俊彦 | 18 |
| 浜口さんの講演・中村さんのコメントについての質疑応答 | 21 |
| 総合討論 | 22 |
| 2000年度活動報告と今後の予定 | 24 |

表紙写真：干潟に群れるいろいろなシギ，チドリ，サギのなかま。

干潟には春や秋，大小さまざまな水鳥が訪れ，それぞれ異なった方法で小動物をとって食べる。

(撮影：石川勉，文：樋口広芳)

裏表紙写真：ボルネオ島の熱帯降雨林を上空から見たところ。

樹木の種多様性が高く，バイオマスも大きい。

(撮影・文：北山兼弘)

日本生態学会関東地区会 公開シンポジウム「生物多様性の意義と価値」

はじめに

生物多様性という言葉は、今では多くの人に知られている。とくに、生態学者や保全関係者にはなじみ深いものになっている。そして、生物多様性は重要であり、保全される必要があると考えられている。しかし、生物多様性にどのような意義ないしは価値があるのかという問題に、明快に答えられる人は意外に少ない。明快そうに答える人の話を聞いていても、よく考えてみると、ほんとうにそうなのか疑問に思うことが多い。生物多様性に強い関心をもっている研究者や保全関係者の間でさえ、少なからず意見に食い違いがある。本シンポジウム「生物多様性の意義と価値」は、そうした疑問や難点を整理し、研究や保全にすっきりとした筋道をつけたいと願って企画されたものである。

生物多様性は自然が全体としてうまく機能するうえで重要である、と主張される。いろいろな種や種類の生きもの、いろいろな生態系があって、それらが互いにかかわりあいながら、地域あるいは地球全体の自然がなりたち、維持されている、と考えられるのである。しかし、地域の生物多様性の構成要素としてたとえば種数をとった場合、種数が多いことには、生物学的にどのような意味や価値があるのだろうか？より多様な種が存在する自然は、どのような点ですぐれた機能をもっているのだろうか？本シンポジウムの第一演者北山兼弘さんは、この生物多様性の機能の問題に、自身が研究したハワイとマレーシアの植物地理学の成果から迫る。

一方、多様な構成要素からなる自然がよしとされるのなら、ある地域に外来種が移入されることはなぜ好ましくないのか？もし、いろいろな植物や動物が共存できるのなら、その方が多様でいいのではないか？また、たとえばブナ林を4分割して、一つをスギ林に、ほかの一つを草原に、残りの一つを水辺に変えれば、種の数や生態系の種類は増加する。そうすることはふつう好ましくないと言われるが、それはなぜなのだろうか？二番目の演者、平川浩文さんは、こうした生物多様性保全の根本につながる問題を歴史的価値の尊重という観点から検討する。

最後に、生物多様性という言葉は多くの人々の目や耳に触れることにはなっているが、それはどのようにして認識され、使われているのだろうか？とくに一般の市民は、自然に対する理解を深めることや地域の自然環境保全を推進することに、この言葉をどのように使っているのだろうか？浜口哲一さんは、博物館での野外観察の活動などを通じて得た経験から、市民にとっての生物多様性の認識過程や学習の機会について紹介する。

生物多様性の意義と価値、わかっているようで必ずしもすっきりとしていないこの問題に、このシンポジウムはどれだけ答えられただろうか？講演のあとに意見をのべたコメンテータの中には、「目から鱗」という感想を明らかにした人もいた。以下の講演概要と総合討論の内容を参考にして、参加した方も参加できなかった方も、あらためて考え、理解を深めていただければ幸いである。

東京大学大学院農学生命科学研究科
日本生態学会関東地区会長
樋口 広芳
higuchi@uf.a.u-tokyo.ac.jp

自然界での生物多様性の役割 — 樹木の多様性と森林安定性の観点から

北山兼弘

京都大学生態学研究センター kitayama@ecology.kyoto-u.ac.jp

はじめに

生物多様性の研究は、第一相（多様性の記載）、第二相（維持機構の研究）から第三相（多様性の機能の研究）へと進んでいる。第三相の機能的な研究が90年以降爆発的に進展したのは（例えば Schwartz et al., 2000を参照）、種多様性の減少と地球環境変化への危機感という社会的背景が多分にある。種が絶滅し続けると私たちが暮らす地球環境も劣化してしまうのではないかという危機感である。果たしてそうであるのか答えるのは容易でないが、もし種が多様であることで人間が暮らす生態系が恩恵を受けていることが科学的に証明されれば、種多様性の価値付けができ、種を保護する動機付けにもなる。さて、ここでは「種が多いほど生態系機能は‘向上’するのか？」というフレーズに置き換えてみたい。欧米では、このような視点の実証的研究が盛んである。

検証手段として、同じサイズの試験区に異なる種数の生物を加えてやって、総体としてどのような模擬的な生態系ができあがるのかを追跡研究する手法がある。これまでの研究は、例外なくこの手法を用いている。例えば草本植物を使った場合では（Tilman & Downing, 1994; Naeem et al., 1996; Tilman et al., 1996; Tilman, 1999）、一定の植物数を持つリストからクジで引いて植え込む数毎に植物の組み合わせを決め、一定時間経過後の現存量や純一次生産を見る。これらから、共通した傾向が浮かび上がってきた。それは、種数が増加するとともに反復区の平均純一次生産量は増加するが、増加様式は種数に対して指数関数的であり、数種～数十種の種数で平均純一次生産量は頭打ちになるというパターンである。この場合、決して直線的増加ではない（詳しくはSchwartz et al., 2000を参照）。これは、2つのメカニズムで説明されている。1つ目は、種を選ぶときに、多種の試験区ほどより生産的な種を引く確率が大きくなるということ。2つ目は、種が多いほど、異

質に分布する試験区内の資源を有効に利用できるようになるということである。このような手法での成果はほとんど出尽くしたといってよい。しかし、このような研究は私たちの危機感を代弁していないことに気が付く。それは、種の絶滅とは種を供給するプール・サイズの低下のことであり、プール・サイズの低下と生態系の応答を調べるのが本筋である。つまり、実験のデザインで考えると、くじ引きして植え込む種の数は問題でなく、引かれる元のクジ数そのものが問題である。

私は、種多様性の機能的な重要性は、時空間的に変動する環境に対して‘最適’な種を供給するプール機能にあると考えている。ある小さな区画に生えている樹木の種数はあまり問題ではなく、その環境が変化したときに新しい環境でうまくやれる種を素早く提供できる潜在力である。

地球上の環境はいろいろなスケールでめまぐるしく変動している。噴火、火事、洪水、地滑り、そして人間活動による改変などである。樹木の例で言えば、ある地域の植物相には異なる資源利用効率をもつ様々の樹種が含まれ、資源が減少すれば利用効率の良い樹種に交代していき、森林は見かけ上安定して保たれる。このような考えを科学的に検証するのは、やはり容易ではない。しかし、私は、これまで熱帯の海洋島と大陸島の降雨林を比較してきた経験から、地理的な比較が有効ではないかと考えている（Kitayama, 1996a）。この小論では、植物地理区系のマレーシア（以降マレーと略す）地域とハワイの熱帯降雨林を比較して、種のプールが異なると森林の安定性はどうかを紹介したい。

作業仮説

マレーの樹木の種数は数千のオーダーを持つ。一方、ハワイの植物は基本的にマレー系であるが、孤立を反映して、林冠に達する降雨林樹木は数十種しかない（Kitayama, 1996a）。つまり、生えて

いる植物の系統はそれ程異ならないが、地域の種多様性のオーダーが2桁も異なり、種のプール・サイズと生態系の応答を見るのに大変有効な比較対照系である。予測として図1に示したように、ある環境（資源）の変化率に対して、マレーでは資源利用効率が異なる種間の交代が大きく、見かけの森林の現存量や純一次生産変化が少ない；一方ハワイでは種交代が少なく数種が幅広い傾度上に分布するものの、資源変化をストレートに反映して、現存量や純一次生産は大きく変動すると考える。以下、この予測をある環境変化に対する森林現存量の変動率を調べることで検証してみる (Mueller-Dombois & Kitayama, 1996)。

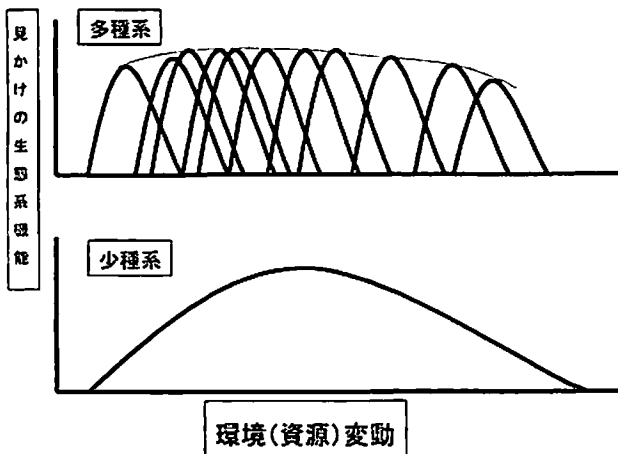


図1 地域的な樹木多様性のサイズ（プール・サイズ）と環境（資源）変動に対する種交代様式の作業仮説。プール・サイズが大きいと異なる資源利用効率を持つ種も多く、資源変動に従って種が大きく交代し、見かけの生態系機能（バイオマスなど）は安定的に保たれる。

事例1：土壌風化と森林変動

1つ目の事例は、土壌風化と森林の安定性である。サイト間比較のため、平均気温18℃、年降水量3000-4000mm、緩傾斜に条件を統一し、マレーに3サイト、ハワイに7サイトを選んだ。マレーのサイトは、ジャワ島ハリムン山に1区、ボルネオ島キナバル山に2区おかれている。このうち、ハリムン山のサイトは鹿児島大学の鈴木英治先生が継続観察をされているところで、今回のために現存量データを引用させていただいた (Kohyama et al., 2000にある図中の値)。キナバル山につい

てのデータは、Kitayama & Aiba (in press)に基づく。ハワイのサイトは、ハワイ島4区、マウイ島1区、モロカイ島1区、カウアイ島1区の構成となっており、詳しくはKitayama & Mueller-Dombois (1995)及びKitayama et al. (1997)を参照されたい。試験地によって土壌形成が始まってからの経過（土壌年齢）が異なり、それぞれの地域で試験地を並べ替えることで若齢から老齢への仮想的な土壌発達環境傾度を設定できる。土壌年齢の幅は、どちらの地域でも数百年から百万年のオーダーを持ち、地域間で似ているが、地質自体は異なる。ハリムン山サイトの年齢は不明であるが、一帯が火山噴出物の地質を持つことから仮に数百年のオーダーとした。土壌の発達とともに、一次鉱物の風化や有機物の集積を反映して、樹木への土壌栄養塩供給量も大きく変化する。植物に有効な窒素の供給速度の目安である土壌の純無機化速度や、可溶性の土壌リンの濃度は各傾度上で大きく変動した(Kitayama, 1996b; Kitayama et al., 未発表)。マレーでは胸高直径5cm以上（一部4.8cm以上）の樹木、ハワイでは樹高2m以上の樹木の直径と樹高を計測し、それらから乾物としての重量に変換する方法で地上部の現存量を調べた。その結果、地上部現存量は、マレーでは土壌年齢とともに35.3から30.7(kg/m²)へと若干減少したが、ハワイでは40.6から7.5(kg/m²)と大きく減少した(図2)。マレーではその差は最大値の13%であり、ハワイでは82%にも達していた。明らかにハワイ

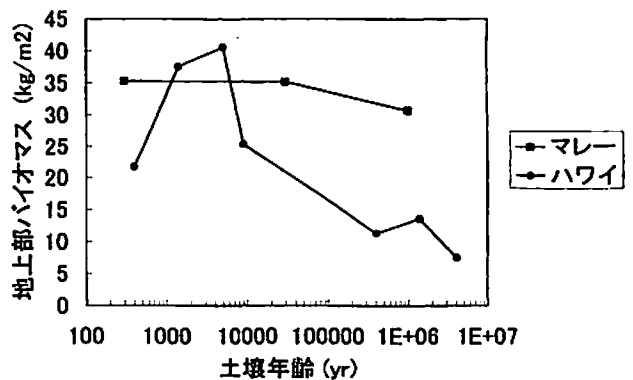


図2 土壌発達傾度における熱帯降雨林の地上部現存量変化をマレーシア(植物区系のMalesia)とハワイで比較した結果。孤立のため地域の樹木多様性が極端に低いハワイでは地上部現存量は大きく変化する。

での森林現存量の変動率が大きい。

どの栄養塩の変化率に対するの現存量変動率であるかが問題となるが、複数の栄養塩や土壌の物理性が平行して変化するので、明確な回答は難しい。重要な生元素である窒素では、見かけの供給量（純無機化速度）の変動幅はハワイでより大きかったが、最低値そのものはマレーではかにか小さかった（見かけ上植物に窒素が行き渡らないマイナスの値）。マレーではこれにも関わらず大きな現存量が維持されていたが、そこではこれら乏しい栄養塩の利用効率が著しく高まっており（Kitayama et al., 未発表）、栄養塩変化に応じて樹種の交代が起こったことが示唆される。これに対して、ハワイでは種のプールが小さいために種交代はほとんどなく、種内変異として若干の栄養塩利用効率の高まりはあるものの、大きな環境変化（土壌風化）に適応して現存量を維持できる種が存在せず、森林の現存量は急激に低下したものと考えられる。

事例2：標高と森林変化

2つ目の事例は、標高変化に対する森林現存量変化である。先と同様に2地域を比較した。マレーには、ボルネオ島キナバル山の700, 1700, 2700, 3100mに試験地を設けた。地質は全て堆積岩である(Aiba & Kitayama, 1999; Kitayama & Aiba, in press)。一方、ハワイには、マウイ島のハレアカラ山に600-1800mにかけて200m毎に7試験地を

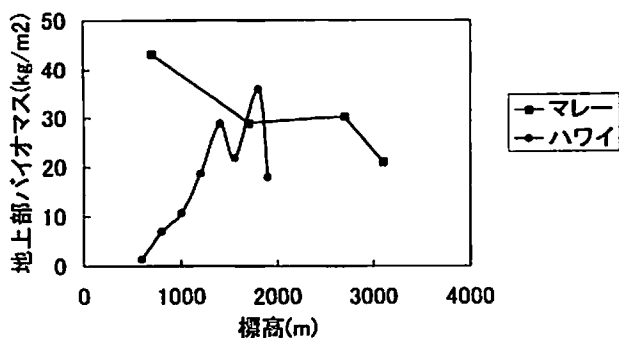


図3 高山の標高傾度における熱帯降雨林の地上部現存量変化をマレーシア(植物区系のMalesia)のキナバル山とハワイのマウイ島ハレアカラ山で比較した結果。孤立のため地域の樹木多様性が極端に低いハワイでは地上部現存量は大きく変化する。

設けた(Kitayama et al., 1998)。標高が変化すると最も急激に変化するのは気温であるが、両山ともに気温の低減率は同じである(0.0055°C/m)。地上部現存量は標高にともないマレーで43.7から21.5(kg/m²)に減少、逆にハワイでは1.3から36.0(kg/m²)に増加した(図3)。これらを標高100m当たりの変動率に換算すると、マレーで0.9、ハワイで2.9(kg/m²)である。

まとめ

どちらの例でも、森林変動は地域の種多様性が低いハワイで大きかった。野外では2つ以上の因子が平行して変化する場合が多く、仮説を厳密に検証するのは難しい。しかし、最初の例をもう少し詳しく検証して土壌栄養塩の形態別の変動と植物の利用効率を見ていくことで、森林現存量の変動を機能的に説明できるものと思われる。少なくともここでは、交代できる種が多いかどうかで生態系の変動様式は大きく変わると結論してよさそうである。

生物界の基本は「変異を生み出し続ける」ことにある。これは種の集合ばかりではなく、種内の変異についても当てはまる。常に異なる組み合わせの遺伝子を生み出すべく、多くの生物は雌雄間でメーティングを繰り返す。異質な個体の集合があつて初めて、種は環境変動への保証を持つと言える。これと同様に、形質が多型で機能的にも多様な種が多く集まるほど、環境変動に対する生態系の安定性も高まるのではないかと考えられる。紹介した事例では、まだメカニズムを確信的に説明できる結論は出ていない。しかし、少なくともこれまでの欧米の研究では研究しきれなかった種多様性の一面(つまり種プールの大きさの影響)を捉えているはずである。

文末ですが、ハリムン山サイトの地上部現存量の引用をお許しくくださった鹿児島大学の鈴木英治先生に感謝の意を表します。

引用文献

Aiba, S. & Kitayama, K. 1999. Species composition, structure and species diversity of rain forests in a matrix of altitudes and substrates

- on Mt. Kinabalu, Borneo. *Plant Ecology* 140: 139-157.
- Kitayama, K. 1996a. Patterns of species diversity on an oceanic versus a continental island mountain - a hypothesis on species diversification. *Journal of Vegetation Science* 7: 879-888.
- Kitayama, K. 1996b. Soil nitrogen dynamics along a gradient of long-term soil development in a Hawaiian wet montane rainforest. *Plant and Soil* 183: 253-262.
- Kitayama, K. & Aiba, S. in press. Control of organic carbon density in vegetation and soil of tropical rain forest ecosystems on Mount Kinabalu. *Sabah Parks Nature Journal*.
- Kitayama, K. & Mueller-Dombois, D. 1995. Vegetation changes along gradients of long-term soil development in the Hawaiian montane rainforest zone. *Vegetatio* 120: 1-20.
- Kitayama, K., Schuur, E., Drake, D.R. & Mueller-Dombois, D. 1997. Fate of a wet montane forest during soil aging in Hawaii. *Journal of Ecology* 85: 669-679.
- Kitayama, K., Raitio, H., Mueller-Dombois, D. & Schuur, E. 1998. Wood volume, foliar chemical compositions and soil N mineralization in *Metrosideros polymorpha* (Myrtaceae) stands on Haleakala, Hawaii. *Biotropica* 30: 330-338.
- Kohyama, T., Suzuki, E., Aiba, S. & Seino, T. 2000. Functional differentiation and positive feedback enhancing plant biodiversity. In: Kato, M. (ed.) *The Biology of Biodiversity*, pp. 179-191.
- Mueller-Dombois, D. & Kitayama, K. 1996. Research hypotheses for DIWPA cooperation. In: Turner, I.M., Diong, C.H., Lim, S.L. & Ng, P.K.L. (eds.), *Biodiversity and the dynamics of ecosystems*, pp.33-37. The International Network for DIVERSITAS in Western Pacific and Asia, Kyoto, Japan.
- Naeem, S., Hakansson, K., Lawton, J.H., Crawley, M.J., & Thompson, L.J. 1996. Biodiversity and plant productivity in a model assemblage of plant species. *Oikos* 76: 259-264.
- Schwartz, M.W., Brigham, C.A., Hoeksema, J.D., Lyons, K.G., Mills, M.H. & van Mantgem, P.J. 2000. Linking biodiversity to ecosystem function: implications for conservation ecology. *Oecologia* 122: 297-305.
- Tilman, D. 1999. The ecological consequences of changes in biodiversity: a search for general principles. *Ecology* 80: 1455-1474.
- Tilman, D. & Downing, J.A. 1994. Biodiversity and stability in grasslands. *Nature* 367: 363-365.
- Tilman, D., Wedin, D. & Knops, J. 1996. Productivity and sustainability influenced by biodiversity in grassland ecosystems. *Nature* 379: 718-720.

機能タイプのプールサイズと生態系の応答速度：北山氏の講演に対するコメント

可知直毅

東京都立大学・理学研究科 kachi-naoki@c.metro-u.ac.jp

「生物多様性の減少が生態系機能におよぼす研究のためには、種数そのものではなく種のプールサイズの減少と生態系の応答との関係を調べるのが本筋である」という北山氏の主張は、まさに目から鱗であった。この主張は、1990年代から現在まで欧米で精力的に行われてきた、生態系の現存量や一次生産量と生態系を構成する種数との関係を実証しようとする一連の研究に対する批判であると同時に、今後の研究の新たな方向性を示すものとして注目すべき指摘である。北山氏は、この主張にそったアプローチの例として、植物種のプール（フロラ）が2桁も異なるハワイと東南アジアの熱帯林を比較した研究を紹介した。以下に彼の講演を聞いた感想を述べる。

森林生態系の機能を現存量や一次生産量で表した場合、これらに対する環境変化の影響の程度を規定するのは種のプールサイズそのものではなく、より直接的には機能タイプのプールサイズであろう。こう考えると、熱帯林に比べて一桁は種のプールサイズが小さい温帯林の現存量に対する環境変化の影響の程度が、熱帯林のそれと同程度であるとしても納得がいく。すなわち、種のプールサイズに対する機能タイプのプールサイズが頭打ちの関係であれば、温帯林と熱帯林の機能タイプのプールサイズは同程度かもしれない。一方、ハワイ島のような海洋島の種のプールサイズは、その生態系が持つ機能タイプのプールサイズを低下させるのに十分なくらい小さいであろう。北山氏は種のプールサイズが異なる森林生態系を比較

する上で正しい選択をしたと言える。ただし、もし生態系の機能を種間相互作用の程度などを反映する指標で測った場合は、温帯林と熱帯林とで機能タイプのプールサイズが大きく異なる可能性はある。

現存量（生態系のストック）は生態系の機能を評価する汎用性の高い指標である。しかし、環境変化に対する生態系機能の応答の程度（応答速度）を知るには生態系の中での物質のフローを評価しなければならない。フローの速度が大きい生態系ほど環境変化に対する応答速度も大きいと予想されるからである。極相林のように安定した生態系のフローの指標としては、年間のリター量に対する現存量の比などが考えられるが、この測定には最低1年間はかかることになる。生態系機能を炭素のフローで測るとすると、(1) そのフローを制限している要因（たとえばNやPなどの栄養塩類）を特定すること、(2) その制限要因と降水量や温度などの物理的環境要因との関係を定量化すること、(3) フローにかかわる機能タイプの数と種のプールサイズとの関係を明らかにすることなどが今後の研究の発展のために不可欠であろう。一方、生態系機能としてどのようなものがあり、それらをどのような指標で測るかを探る研究も重要である。生態系機能＝一次生産力というのでは、あまりに一面的であるのは明かである。私は、生物間相互作用を生態系機能の一部としてとらえることができれば新展開が期待できると考える。

北山さんの講演・可知さんのコメントについての質疑応答

・北山さん

(可知さんのコメント-stock を比べていたが, flow についてはどうか-に答えて) (一部やりかけているが) 今後の課題としてやってみたい.

・嶋田正和さん (東京大学)

生物多様性の異なる群集としてハワイとマレーシアのものを比較していたが, これでは多様性以外の属性の違いが大きく, 適切な比較が難しいのではないかと. 例えば, マレーシアの大陸部分とそ

れに近い島の間で比較するのがより適当なのではないかと.

・北山さん

(嶋田さんの指摘に感謝しつつ) マレーとハワイは植物地理学的には同じ範疇に入り, ハワイの植生も基本的にはマレー系であるので, 比較の対象としては妥当であったと考えている. ここでは比較の際に時間軸を取ったが, nutrient など別の軸を試すことも有効であろう.

歴史的価値としての生物多様性の保全

平川浩文

(森林総合研究所北海道支所 hiroh@affrc.go.jp)

以下は、シンポにおける講演内容のまとめであるが、論旨を尽くすため講演内容を少し補足してある。本講演の下地は、本シンポの企画者の一人である樋口広芳さんと共著で書いた論文である(平川・樋口 1997)。樋口さんとはその後も議論を重ねて次の論文の準備を進めているが、今回の発表の詳細については事前に樋口さんと打ち合わせはなく、演者独自の少し過激な話が入っていることをお断りしておきたい。

さて、本講演で議論したいことは3点ある。

1. 「生態学的に正しい」自然の姿など存在しない。
2. 「自然のあるべき姿」に関する主張はすべて人間の価値観によるものである。
3. 生物多様性保全は「自然のあるべき姿」に関する主張の一つであり、この主張は歴史的価値観に基づいている。

まず、はじめに生物学的自然とは何かについて考えてみたい。

自然科学の扱う自然現象は、物理学的自然現象と生物学的自然現象に大別できる。物理学的自然現象とは宇宙から素粒子まで、空間と時間をくまなく貫く現象であり、一定の時間・空間の枠に制約されない。一方、生物学的自然現象とは、この広大な宇宙の中の地球という小さな星の生物圏と呼ばれる表層空間において、生命誕生以来35億年にわたって展開されてきた現象である。つまり、生物学的自然は高度に時間・空間の限定された現象である。そしてその展開を支えているのは進化という過程である。この生物学的自然の成り立ちを研究するのが、生物学であり、生態学であり、進化学である。

さて、現在、我々が見る生物学的自然の姿は進化による生命多様化の産物である。しかし、この多様化の過程で過去5回の大絶滅を経験したと言

われている。最後の大絶滅は6500万年前、恐竜が絶滅した時である、このあと哺乳類の時代が始まり、数百年万年前に人類の祖先が誕生し、十数年前にヒトが誕生、数千年前に文明が始まり、数百年前から技術文明が発達し、そして現在地球上の人口は60億、爆発的な増加状態にある。人口の増加と人間活動の拡大は、地球環境に影響し、間接的また直接的に生物学的自然にも激変をもたらしている。人間はその当事者としてその対処に迫られているのが現在の状況である。

一方、現在の生物学的自然の姿を進化という視点から眺めると、それは地球という星の生命の進化過程の一断面に過ぎない。進化は自然法則であり、膨大な確率的事象の積み重ねであり、その意味では広義の物理学的現象であり、そこには目的も意志もない。そして、たとえ地球環境に大激変があったとしても、地球から生命がまったくなくなる限り、進化は続き、生物学的自然も存在し続ける。結局、現在の地球上の生物学的自然は、膨大な確率論的可能性の中の一つに過ぎない。地球という星における35億年の進化の歴史の中で過去の大絶滅や人の出現も含めたその具体的な展開が現在の生物学的自然をたまたま生みだしたに過ぎない。しかもそれは、まだ今後も展開し続ける進化の物語の1場面に過ぎない。

しかし、今生きている人間にとってはそれが唯一の自然であり、生物学的自然のすべてである。我々のものの見方・感じ方・考え方は目の前の自然の姿に強く支配されている。人間はその中で「自然がどうあるべきか」を模索している。結局、「自然のあるべき姿」とは人間によって創造されるものであり、生態学的に見て正しい自然の姿など存在しない。そして、自然のあるべき姿に関する主張の一つが「生物多様性の保全」である。

では、自然のあるべき姿に関するこの主張に科学と価値はどう関わるのだろうか。

まず科学について考えてみたい。科学は、解決

すべき研究課題の発生の仕方によって純粋科学と応用科学に大別できる。純粋科学では、自らの研究の展開の中から次の解決すべき研究課題が発生する。これに対して応用科学では、ある「目的」から解決すべき研究課題が発生する。「目的」実現のために解決すべき課題は、自然科学だけではなく、人文科学や社会科学にも発生する。これら異分野が同じ「目的」の旗の下に集結するとき、総合科学を形成する。保全生物学は「生物多様性の保全」という目的実現のための応用科学（生物学）の一分野である。応用科学における研究は、基礎研究と応用研究に分けられる。この2者の区別は応用科学の中において初めて意味を持つ。応用科学における基礎研究と純粋科学の研究は内容的には区別が難しいことがある。それを分けるのは、研究課題設定の動機・問題意識ではないだろうか。

では、応用科学における目的はどこからくるのだろうか。保全生物学が担う「生物多様性保全」という目的は何に由来するのだろうか。保全生物学者とは「生物多様性保全」という目的実現のために科学（生物学）を行う者と定義できるだろう。しかし、保全生物学者は単にその目的を受け入れて科学するだけでなく、しばしば自らその目的である「保全」を主張することがある。この主張は何に基づくのだろうか。

世の中には、保全生物学者のそうした主張を科学に基づくものと理解する人が少なくない。また、保全生物学者の中には無自覚に自らそう思っている人もいるかもしれない。しかし、これは科学に対する誤解に基づくもので、大きな誤りであると思う。

科学とは方法論である。客観的に物事を知り、それを支配する法則を解明し、それらを元に予測をするための方法論である。人間を認知対象から切り離し、距離を置いて客観的に眺めるデカルト以来の伝統こそ、科学を科学として、強力な認知の道具として成り立たせてきた根源である。それを失うとき、科学は科学でなくなる。科学は中立であり、それ自身価値を持たない。したがって、保全生物学者の保全の主張は科学に基づくものではあり得ない。その主張はそれを主張する科学者

個人の価値判断によっているのである。

科学者の行う科学的行為と価値判断の例として、大気中の二酸化炭素濃度の増加と地球温暖化を挙げよう。ある気象学者が大気中の二酸化炭素濃度を観測し、それが上昇していることを知る。これは科学的行為である。さらに、大気中の二酸化炭素濃度が上がれば温室効果が起きることを予測する。これも科学的行為である。さらに、温室効果が起きれば、南北両極地方の氷が溶けて、その結果海面が上昇することを予測する。これも科学的行為である。そして、こうした結果を発表する。これも科学的行為の一部である。しかし、もしこの科学者が発表に際して、これは問題だ、何とかすべきだと訴えたとする。これは科学的行為ではなく、価値判断を含んだ行為である。問題だとする認識の背景には事実認識だけではなく、ことの良し悪しについての価値判断がある。そして、価値判断の背景には判断の基準となる価値観がある。生物多様性保全の主張は現在の生物学的自然の置かれた状況を悪いと見る価値判断に基づいている。したがって、その主張には必ずある種の価値観が介在するはずである。

その価値観とは何かを考える前に、生物多様性の保全とはどういう主張なのか考えてみよう。「生物多様性」の定義にはさまざまなものがあるが、最大公約数的な定義は「生物世界（生物学的自然）に見られる変異であり、さまざまな階層の多様性を含む」というものである。ここで言う階層には、遺伝子・個体群・種・群集/生態系・ランドスケープなどがあるとされている。しかし、「生物多様性の保全」がどういう主張なのか、この「生物多様性」の定義からはすぐにはわからない。実際、この定義にはさまざまな批判や再定義論が繰り返されている。その代表的なものを紹介すれば、1)すべてを含むからナンセンスだ、2)科学的概念ではなく、科学者が研究費獲得の道具にしているにすぎない、3)保全概念としては別の概念の方が優れている、4)生態的プロセスの多様性や文化の多様性を含めるべし、といった議論である。

上の生物多様性の定義を「ある空間内のある分類群に含まれるある分類単位の数（たとえば、あ

る鳥の樹木の種数など)」を指すものとして捉えることがよく行われる。こう捉えると「生物多様性」は計測・比較可能な定量的概念となる。しかし、こうして得られた数値を保全や価値に関連するものとして捉えると、たちどころに混乱が生じる。この数値が高いことが「いい」状態なのか、この数値が高い自然の方が低い自然よりも「保全価値が高い」のか、よく考えれば、こんな保全議論は破綻することがすぐにわかる。しかし、それにも拘わらず、この数値が高いことが「いい」ことであると主張したり、それを科学的に示して「生物多様性の価値を証明しよう」と試みる科学者たちは後を断たない。むしろこの理解の方が現在の生態学の主流なである。これは生物多様性保全の「生態学的曲解」であり、保全の主張の心から離れた議論であると思う。

あらためて「多様性」という言葉の一般的な概念を考えてみよう。多様性とは、ものの集合に対して成り立つ概念である。集合の要素が皆同じであれば、その集合は均一である。集合の要素が互いに異なれば、その集合は多様である。ある集合の多様性を維持することはその構成要素を維持することである。このことをあらためて「生物多様性」の一般的な定義と重ね合わせて考えると、生物多様性の保全とは、生物学的自然のあらゆる構成要素を保全する（失わない）ことを意味することになる。つまり、これは非常に包括的なメッセージであり、種の保全であれ、地域の自然の保全であれ、あらゆるレベルの保全運動を包み込むことになる。「生物多様性」が世界的な保全運動の標語として急速に受け入れられたのは、さまざまな保全運動をすくい取り、束ねる力があつたからだと思う。結局、人々が「生物多様性」という言葉の定義に込めたのは、現在の生物学的自然を構成するさまざまな個別具体的要素の保全への思いにはかならない。

生物世界（生物学的自然）は実体としてきわめて多様である。「生物多様性」とは生物学的自然のこの実体的側面を意識的にまた包括的に表現した言葉である。それは、生物世界を構成するさまざまな要素が今急速に失われつつあることに対する人々の「危機」意識に対応している。定量的概

念としての「生物多様性」が保全の観点で有効なのは、この喪失を変化量（要素の損失量）として示すことができる点においてのみではないだろうか。問題は、どれだけあるかではなく、どれだけ速度で減っているのかなのである。

では、生物多様性保全の主張を支える価値観とは何だろうか。それは歴史的価値観であると思う。ここで言う歴史的価値とは、特に理由もなく歴史的な存在に対して人が「感じる」価値であり、それに抱く気持ちである。ものの存在には時間と場所が伴う。ある場所に古くからあるものに対して人々はその存在を自然なものとして受け入れるだけでなく、それがそこから失われようとするときに、特に理由もなくそれを失いたくない気持ちを持つことがある。またそれを失った場合にはそれを取り戻そうとすることさえある。一方、ある場所に新しいものに対して人々は、それを受け入れるために何か理由を求めたり、それがなければときには排除しようとしたりさえする。人々が歴史的な存在に対してなんとなく正統なものと感じ、大切に思うとき感じられる価値、それが歴史的価値である。これはおそらく、人の心の中である場所がそこであるために不可欠な要素としてその存在が捉えられているためだと思う。注意してほしいのは、人が歴史的価値を感じる時、それに特に具体的な理由がないだけではなく、その気持ちが歴史性に由来することさえ、ほとんどの場合意識されないことである。歴史的価値は時間だけでなく、場所にも関係した概念であることも強調しておきたい。

ここで、生物多様性に関するこれまでの価値論を整理しておきたい。生物多様性の価値論にはさまざまなものがあるが、大別すると功利的価値論と内在的価値論の二つに分けられる。功利的価値論とは、生物多様性が資源的、機能的、精神的・美的、教育科学的など何らかの点で人間に必要なあるいは役立つとするものである。一方、内在的価値論は、理由を問わずさまざまな生物あるいは自然要素に存在価値を認めるものである。しかし、後でも述べるように、功利的価値論は生物多様性保全の個別の主張を支えきれないだけではなく、むしろ逆に喪失を容認する論理にもなる両刃の剣

である。したがって、生物多様性保全の主張の根底にある価値観と言いがたい。内在的価値論はそのようなことはない。しかし、内在的価値とはいっても、実際に価値が人間と無関係に存在するはずはなく、価値とは人間が感じあるいは認めるものである。内在的価値が「内在的」価値と呼ばれるのは、人々が大切に思い保全しようとするものに対して感じる価値に明確な説明ができないためではないだろうか。私は、内在的価値と呼ばれるものの本質は歴史的価値だと思う。

生物多様性保全を支える価値観がなぜ歴史的価値なのか、生物多様性保全の具体的な主張から見てみよう。種の保全は生物多様性保全の代表的な主張であるが、一方で移入種は排除の対象とされる。つまり、同じ種でも昔からの生息地では保全の対象となり、新しく侵入した土地では逆に排除の対象となる。自然の復元が図られるとき、「本来」の姿に近い生態系が系統の近い動植物によって再現されることが主張される。移入種は駄目といいながら絶滅種は再導入を試みる。これらの主張は、生物多様性保全において歴史性が重要であることを示している。逆に生物多様性が重要と言いながら、なぜ遺伝子組換えによる新生物の作出は歓迎されないのか、歴史的価値の観点なしでは説明しがたい。これらの例から、生物多様性保全の主張の根底に歴史的価値観があるのは明らかだと思う。そもそも「保全」という言葉そのものが歴史性の概念を内包しているように感じられる。歴史あるものを「保護」する時、「保全」というのではないだろうか。「保全」は英語では「conservation」であるが、conservativeといえは保守的の意になる。少なくとも「conservation」においては歴史性の語感は明らかである。

では歴史的価値はどう決まるのだろうか。そこにどのくらい昔から存在したか、その時間の長さで決まるのだろうか。そうではない。問題は人間の記憶の中の自然の姿にある。その記憶の中で、昔から姿があまり変わらずにあれば、それに正統性つまり歴史的価値が与えられるだろう。記憶の中で姿が大きく変われば、変わる前の姿に歴史的価値が与えられるのだと思う。この人間の記憶には、単に個人の体験的記憶だけではなく、社会が

持つさまざまな歴史認識が含まれる。つまり文化的な記憶である。文化的記憶にも限界がある。記憶は古くなれば曖昧になり、あまりに古いことは記憶に存在しない。記憶にない大昔の自然の姿は意識されない。また、限られた文化的記憶の中で正統性が与えられた自然の姿は固定化されやすく、進化的・生態学的現象のダイナミズムは無視されがちである。一方で、歴史認識が変われば、歴史的価値の感じ方もまた影響を受けると考えられる。

生物多様性保全は、人為による急激な自然の変化に対する抵抗運動であると位置付けられるだろう。しかし、これは「人為そのもの」に対する抵抗ではなく、急激な「変化」に対する抵抗の動きであることに注意してほしい。生物多様性保全の主張が反人為でないことは、絶滅種の導入や自然の復元といった積極的な人為的介入の主張から見てとれる。人為との継続的な相互作用の下で成立する二次的自然についても、その姿が文化的記憶の中に根付くとき、人はやはりそれに歴史的価値を感じ、保全しようとする。里山の保全が主張されるのも歴史的価値観によるものであると理解できる。里山や田園風景の保全は文化的保全であり、生物多様性の保全ではないとの主張がなされることがある。しかし、人為の及ばない土地が他にあまり残っていないところでは、文化的ランドスケープの保全も実際、生物学的保全に大きく貢献することになる。しかも、どちらも歴史的価値観に支えられているという意味で両者に本質的な違いはない。自然の姿に基づいて保全の主張がなされるとき、それが二次的自然であっても、生物多様性の保全の一つと言えるだろう。

建築物など歴史的文化遺産の保全も、生物多様性保全と同様、歴史的価値観によるものである。この両者が共通の価値観に基づく運動であることを示す証拠がある。それは、自然と歴史文化の保全を共に行っている団体が少なくないことである。ユネスコの世界遺産条約に基づく文化遺産と自然遺産の保全もその一例になろう。

最後に歴史的価値観がどのように位置付けられるのか見てみたい。人間が持つ価値観には歴史的価値観の他にも、さまざまな価値観がある。たと

えば、命に対する価値観、人権に対する価値観、功利的価値観、また新しいものや変化に対する価値観などである。これらの価値観はどのような関係にあり、どのような影響を生物多様性保全にもたらすだろうか。代表的なものとして功利的価値観と歴史的価値観の関係を見てみよう。ある自然要素が人に役立つもの(正の功利的価値を持つもの)ものであれば、たとえそれに歴史性がなくても、人はそれを受け入れようとするだろう。逆にたとえ歴史性があっても、不快なもの(負の功利的価値をもつもの)であれば排除しようとするだろう。これは二つのことを意味する。つまり、功利的価値観は歴史的価値観に一致するものではないこと、しかし功利的価値の方が強力で説得力を持ちやすいことである。人が歴史的価値を感じるものが功利的価値も併せ持てば、保全の主張はたやすい。しかし、たとえ人が歴史的価値を感じても、それに功利的価値が認められなかったり、逆に負の功利的価値がある場合には、保全の訴えは弱くなる。歴史的価値はそれが歴史的な存在であるという以外に具体的な理由なく感じる価値であり、保全の訴えは共感に頼る部分が大きいからである。ある自然要素に歴史的価値を感じ、保全したいと思う人々が何とかしてそれに功利的価値を見いだそう、そこから功利的価値を引き出そうと努力するのはそのためであるといえよう。生物多様性保全における功利的価値論の由来もここにあると言えるだろう。人間は一方、新しいものや変化を好むという価値観もあわせ持つ。この価値観は歴史的価値観と正反対のもので

あり、生物多様性の保全は本質的にこの価値観とは対立する運命にある。このように、歴史的価値観は人間の持つ多様な価値観の中の一つに過ぎず、絶対的なもの(絶対善)ではない。むしろそれは基本的には相対的に力の弱い価値観である。結局、生物多様性保全を推進するためには、歴史的価値観以外のさまざまな価値観との対立や調整が避けられないのである。

シンポを終えて

以上が講演内容の補足も含めた概要であるが、シンポの他の二人の発表者の講演内容との関連について簡単に触れておきたい。

北山さんの樹木の種数と生態学的安定度の関係の検討は非常に面白い視点からの分析で、生態学の研究(科学)として意味のあるいい仕事だと思う。ただ、この仕事は「保全」に関連しているのかいないのか、関連しているとすればどのような点でそうなのかを意識し、また明示する必要があると思った。上でも述べたように、定量的概念としての「生物多様性」は価値にはあまり関係しないと思うのだが、現状では多くの人々がこれを保全価値に直接関連づけて捉えようとすると思うからである。

浜口さんのお話、市民参加の博物館活動により、地域の人々と共に地域を自然を理解し、また調べていく仕事、地道だがこれこそ生物多様性保全のために本当に必要な仕事の一つであると思う。生物多様性の保全とは、結局各地域の自然とそこに住む生物を残していくことそのものだからである。

平川氏の講演に対するコメント

松田裕之

東京大学海洋研究所 matsuda@ori.u-tokyo.ac.jp

平川さんは生物多様性の価値を多様性の機能だけでなく、歴史にも求めた。要するに、希少種を守ることは伝統芸能を守ることと似ていると思う。伝統芸能も先代の芸を引き継ぐだけではなく、新たな工夫が求められている。創意工夫がなければ生きた芸能とは言えない。しかし、どこまで新風を入れてもよいかは、難しい問題があるだろう。それと同じく、希少種を守るときにも、それを幅広く環境ごと守ることがたいせつだ。放置できない絶滅危惧生物なら、交配や移植が必要かもしれない。

突き詰めて考えれば、歴史的遺産を遺すことも、やはり人間の役に立つことを期待しているのだと思う。北山さんの講演で、種の多様性自身が機能を増やすというよりも、環境が変わっても高い機能をもつ生物が出てくることが期待されることがわかった。それと同じように、歴史的遺産を残すことは、何らかの形でいずれ人類に資すると期待しているのだと思う。ただし、これは単に生態学的機能だけではなく、さまざまな意味での人類の生活と文化の豊かさ（効用的価値）への寄与を期待しているのだろう。

将来役に立つかもしれないというなら、歴史的価値がないものも残すべきかも知れない。けれども、すべてを残すことはできない。直接効用を測るものではないが、何が役立つかわからない中で、歴史的価値に基づいて自然保護の優先順位を決めることは、私は悪くない選択肢だと思う。平川さんの論点の整理は、たいへん参考になった。

生態系の機能が高いとはどういうことか、それ

は安定性とどう関係しているか、生物多様性を残すことがどのように自然の恵みを後世に残すことにつながるか、まだまだわからないことが多い。特に、機能の高さと安定性・恒常性を安易に結びつけるのは、危険であると思う。立証できないだけでなく、間違っているかもしれない。

行政にも、説明責任が求められる時代になった。私たち生態学者は、自分たちの学問の未熟さを率直に認め、社会に説明すべきだと思う。1992年の地球サミットから定着した環境問題の予防原理は、科学的に立証不十分でも、不可逆的で地球規模の環境変化の恐れに対しては、早めに対処することを求めた。国際自然保護連合の絶滅危惧生物の判定基準の見直しを議論する検討会議に出席したとき、彼らが結論を科学者の多数決で決めていたのにはたいへん驚いた。真理はひとつであり、「それでも地球は動く」という逸話を生んだガリレイ以来の科学の伝統が、いま見直しを迫られていると感じた。これは、証拠を出さずに好きなことを言えるということではない。生物多様性の機能を研究すると同時に、現時点で社会に対して何をどう語るか、私たちは真剣に考えなくてはならない。

最低限すべきことは、守るべき自然をどう理解しているか、当事者たちが明記することだ。保全の目的を明らかにし、それを自己検証するための（数値）目標を定めれば、数理生態学はそれなりに貢献できる。しかし、これは目標自身の妥当性を示すものではない。それはまだ、科学を超えた社会的合意に頼るほかはない。

平川さんの講演・松田さんのコメントについての質疑応答

・平川さん

(松田さんの当日のコメントにおいて、ヒトでは国際結婚が勧められることすらあるのに、野生生物の地域個体群間の交雑はなぜ避けなければならないのかと、学生から質問されたことがある、というエピソードが紹介された。これに答える形で) 人間の個体群間の移動は人間が行うが、メダ

カの交雑はヒトが介在して初めて生じるという点で異なるので、同列には論じられない。もちろんヒトの移動でも本人の意志によらない移動があるなら、それは問題である。ただしそれは、人権というもう一つの価値—自分と同じ権利・義務を他者にも認めるという価値—で論ずることである。

市民は生物多様性をどこで学べるか？

浜口哲一

(平塚市博物館 hamaguti@green.ocn.ne.jp)

はじめに

生物多様性という言葉を目にするようになって既に10年以上になる。しかし、その概念が広く理解され、共通の認識として定着してきているとは必ずしも言えないだろう。

たとえば、筆者の勤務している平塚市博物館の自然観察の行事に参加していた約30名に聞いてみたところ、生物多様性という言葉を目にしたことのある人でさえ約半数であり、自分で口にしたことのある人となると僅かに1割程度に過ぎなかった。学問の世界で、あるいは環境行政の中で頻繁に使われるようになったとは言え、その定着にはまだまだ時間がかかると思われる。

さて、そうした生物多様性は、市民にとっても学ぶ必要のある概念なのか、学ぶとすればどんな場があるのか、また、そこでの学習にはどんな問題点とあるのかなどについて、地域の博物館で仕事をしている者の立場で述べてみたい。

市民にとってなぜ「生物多様性」が重要か

生物多様性という概念は、研究者にとってだけでなく、市民にとっても重要な意味を持っている。特に、自らが関わりのある地域の将来像の選択について参画の意思を持ち、身近な自然環境の保全に関心を寄せているような市民にとっては、理解が不可欠な概念であると思われる。

その理由の一つは、人が生きていく上での自然

の有用性を説明するのに欠かせないということである。筆者は、人にとっての自然の持つ意味を、表のような整理をして説明している。

地球自然が、人にとってこうした意味を持ちうるのは、まず太陽エネルギーを受けて物質生産をする生産性を持っているためである。また、地球という星が水と大気を持つことを大きな理由にする恒常性も重要である。一方、文化的な意味を説明するには、生物多様性が欠かせない要素となるし、それが生産性や恒常性の維持にも貢献していることが明らかになりつつある今、地球自然のもっとも基本的で重要な性質として考えることができるであろう。

また、市民にとっての生物多様性のもう一つの意義は、どんな場所が重要なのかを判断する尺度として有用だということである。具体的な自然保護の場面では、優先して守るべき地域はどこなのかを判断する基準として、さまざまな考え方が採用されてきた。「植生自然度」「豊かな生態系」「希少種の生息地」などは、いずれもそうした基準として取り上げられてきたものである。

こうした基準と比較して、「生物多様性」という尺度は、筆者の意見では包括的かつ実感に近いと感じられる。たとえば、植生自然度という基準だけでは、林の側を小川が流れていることの評価や、雑木林の重要性の説明はなかなか難しい。しかし、動物相の多様性は、そうした時に重要な根

| | 広域的 | 地域的 |
|--------------|------------------------------|-----------------------------|
| 物質的 (肉体的) | 資源<衣食住を支える自然> →資源管理 | 生活環境<健康を保証する自然> →環境保全 |
| 精神的 (文化的) | すぐれた景観<文化を育む自然> →貴重な自然の保護 | 身近な緑<子供を育てる自然> →身近な自然の保護 |

拠として役立つことができよう。尺度として優れているということは、自然環境の復元や回復が図られた時に、その成果を評価するのにも利用できるということである。

自然教育の流れと生物多様性

このように、生物多様性は市民にとって、学ぶべき概念ではあるが、それを学ぶには、地球の自然が多様な種から構成されているという「種」の認識が不可欠である。ところが、日本の自然教育、特に戦後の歴史を振り返ると、種の認識はだいにされてきたとは言えない。学校の理科教育にあつては、戦前の博物学からの脱皮として、動植物の名前を覚えるような個別の知識よりも、原理原則や考え方を重視してきた。生命科学全体も、分類学よりも分子生物学が主流となって、生命の認識に重点が移っていき、そのことは教育の中にも反映されていった。

また、学校の理科教育を補完する役目を果たしてきた、市民団体の手による教育をみても、自然保護教育と呼ばれる流れの中では、博物学的な知識を重視する考え方から、むしろ生態系の仕組みを理解することに重点がおかれていった。また、野外教育と呼ばれるような流れの中では、感性による自然接触が重視されてきた。

こうした傾向は、それぞれ一定の意味があつたが、一方で、その反面、種を見分けていく力を磨いたり、その違いを認識する訓練の機会がなくなつてしまったことも事実である。その結果として、ある地域の動植物相を知るという生物多様性を議論する上での基礎的な情報収集にも事欠く現状が生まれていると言える。

生物多様性を学ぶ場としての博物館

こうした現状の中で、その不備を補う存在として期待できるのが博物館である。博物館には、多くの動植物標本の蓄積があり、そうした実物資料を通してその性質を理解させることについて、さまざまな機会を通して培ってきた工夫の数々がある。

たとえば、平塚市博物館で実施している漂着物を拾う会では、川を通して流れてきたオニグルミ

の殻を多数拾うことができる。それを並べてみると、大きさ、先端の尖り具合、膨らみ方、表面の皺など1個1個みなそれぞれ違っていることが分かる。これはオニグルミの木が、1本1本種子の形に個性を持っているため、言い方を変えればオニグルミの持つ遺伝的な多様性を眼前にしていることになる。

また、毎年夏休みに開いている、セミの抜け殻調べでは、抜け殻を集めることによって、ある場所で発生するセミの種類とそれぞれの個体数を正確に把握することができる。それによって、郊外の雑木林と都市公園を比較してみると、郊外の雑木林では3～4種類のセミがほぼ拮抗した個体数を示すのに対して、都市公園では種類数は変わらないもののアブラゼミ1種のみが優占して9割以上を占める個体数構成を示すことが分かる。このことは、都市化の進行により生物多様性が低下する好例と言えるだろうし、それを実感できる素材としてセミの抜け殻は優れた材料である。こうした学習の機会は、市民が生物多様性を学ぶかこの機会になると言えるだろう。

さらに、博物館での学習は普及啓蒙的な活動だけにとどまっているのではない。たとえば、神奈川県では神奈川県植物誌調査が行われているが、これに参加している市民は拠点となっている各地域の博物館を活動場所として、それぞれが受け持った地域についての調査と標本の収集を行っている。そして蓄積された標本と情報に基づいて、「神奈川県植物誌1988」という1400ページにもものほる大冊の本が刊行され、2001年にはその全面改訂版の刊行準備が進んでいる。この調査の参加者の中からは、原稿の執筆にまで加わる市民も多く現れている。このような場合、博物館は普及活動を行う施設というよりは、市民が主体的に学ぶ場という言い方がふさわしいだろう。

地域の博物館で働く多くの学芸員は、博物館の役目は「地域に暮らす市民がよりよい未来を作っていくために、より深く地域を知ること」にあるととらえている。生物多様性の具体的な認識に基づいて環境保全をはかっていくことは、まさにこの役目にあてはまるものであり、生物多様性は今後、博物館で行われる地域研究の大きな柱になっ

ていっくだろ。そしてその研究は、市民と一体となつて行われていくべきものである。

追記

今回のシンポジウムに参加できたことは、日頃研究者の方々と親しくお話をする機会の少ない筆者にとっては大変役に立つ経験であった。ただ、会場での議論を聞いていて、何かもどかしい感じを受けたのも事実である。たとえば、平川氏は生態学自体は方法論であり、保全すべきかどうかという判断をするのは人間の価値観であると話されたが、その主張が抵抗無く受け入れられたようすには、少し拍子抜けがした。生態学、いや生物学のほとんどの分野は、動植物の生息する自然がなければ学問として成り立たないのだから、その存否について中立だと考えるのは、論理の遊びにすぎないのではないかと思えるからである。生態学の意義を、人間生活への効用として説明するのか、純粹の科学として説明するかは別にして、価値観の形成にも積極的に関わる姿勢が求められるのではないだろうか。

一方で、その価値観の形成のためによく使われ、シンポジウムでも取り上げられていた喩え話にも気になる点がある。それは、地球自然を構成する個々の種を飛行機のビスに喩え、ビスが1本抜けても墜落につながるという喩えである。しかし、実際のところ、既に数百本のビスが抜けているに違いないのに、墜落につながっていないのもまた事実である。別の言い方をすれば、自然環境の保全とは、絶対的にこうすべきだという課題というよりは、こうすればより安全だとか、より望ましいとかのファジーな課題なのではないだろうか。そうした課題であればこそ、その判断のプロセスがだいじであり、一つの種、あるいは一つの地域の保全をめぐる、調査や議論が充分に行われ、その過程でそれに関わる人が納得していくことこそ重要なのではないだろうか。そして、その過程で純粹科学としても新しい知見が得られ、なおかつ具体的な保全に実をむすぶような仕組み作りが強く求められよう。博物館人としては、そうした動きの中で、研究者と市民を結びつけるような役目が果たせればとも考えたことであった。

生物多様性の意義と価値 — 特に人間社会との関係において —

中村俊彦

(千葉県立中央博物館生態・環境研究部 nakamura@chiba-muse.or.jp)

はじめに

生物多様性 (biological diversity, biodiversity) とは、分子、遺伝子及び種など、生物の全てのレベルにおける自然の変異 (natural variation) を包含しつつ、さらに様々なランドスケープレベルにおける自然の変化 (patterns in nature) を意味する (Huston, 1994).

生物多様性は、自然保護や環境保全に関する問題の解決に際して、極めて重要な視点であることが社会的にも認識されてきている。しかし、その内容や相互の関連については意外なほど不明な点が多く、研究者の見解さえまだ統一されていない状態にある。

多様性について、生態系との関係を本格的に論じた最初はMargalef (1957, 1968)である。彼は、「生態系は、情報を未来へと投影する通路と考え、種ごとの個体の分布は情報通路の幅の予備的尺度を与える」として、情報理論 (Shannon & Weaver, 1949) に基づく多様性 (diversity) の尺度、すなわち $D (H') = -\sum p_i \log_2 p_i ; (1/N) \log_2 (N! / n_1! n_2! \cdots n_s!)$ を提唱した。ここにおいてNは全種の個体総数とし、ある個体が種iに属する確率を $p_i (= n_i/N)$ とする。彼は、この値を生態系のオーガニゼーションの尺度としてとらえ、「より高い多様性の生態系は、より長い食物連鎖や、より多くの寄生、共生などを含む状態である」としている。また、多様性とエネルギーの関係においては、「多様性の高い生態系は、多くの栄養段階をもっており、また単位重量あたりは、より小さなエネルギー流量によって保持されている」との見解を述べている。

1. 生物多様性の定量化

様々なレベルの生物多様性のなかで、人間が最も認識しやすいものとして、種の多様性が上げられる。この種多様性 (species diversity) の最もシ

ンプルな尺度は、一定面積内の種数、すなわち種密度である。Gleason (1922) は、種数と対数面積との関係を用いて、多様性 (d) を示した。 $d=S / \log_{10} A$ (Sは種数, Aは面積)。

Odum (1983)は、種多様性の概念は、二つの要素をもっているとしている。一つは、存在する全種数に基づく種の豊かさ (species richness) であり、もう一つは、種の量的配分、すなわち均等性 (evenness) である。この二つの要素、すなわち単位面積当たりの種数と各種の量的配分とを加味した多様性の尺度として、Margalef (1968) の用いた情報理論の式、すなわちShannon式が上げられる。

この式は、種数が多くなるほど、また、量的配分が平均化するほど値が上がるものであり、多様性の中の衡平性 (equitability) を示す式 (Whittaker, 1975) とされる。

一方、Simpson (1949) は、生物群集の各種の相対優占度の平方和によって、群集の単純度 ($\lambda = \sum p_i^2, \lambda = \sum n_i (n_i - 1) / N (N - 1)$) を表す指数としたが、これを用いた多様性の指数 ($D = 1 - \lambda, D' = 1 - \lambda$) も提唱されている。

ランドスケープレベルの種多様性についてWhittaker (1960) は、特定の環境立地 (habitat) で規定される生物群集内の種多様性を α 多様性、また、環境傾度にそった複数の環境立地での生物群集の種多様性を β 多様性、そして、ある地理的範囲内で出現する種数を γ 多様性とした。 α 多様性は、環境立地のニッチ (niche) の多様度、また、 β 多様性は、環境立地の多様度を反映し、さらに γ 多様性については、その地理的範囲内での進化的条件 (evolutionary processes) に規定されるとしている。

2. 多様性の生態学的意義 (恒常性を担う生物多様性)

自然は、各環境によって生物相を規定しながらも、生物相互の共生・競争等の関係の中で生態系を維持・循環させている。したがって、生物及びその相互関係の多様性は生態系の内容に大きくかわる(川那部, 1996)。自然界の一員の間人にとって、人間活動を存続・発展させていくに際して、この生態系及び生物多様性への配慮は極めて重要な課題である。近年では、自然保護や環境保全における大きな柱として生態系及び生物多様性の重要性が注目されてきている。

全ての生命体は、人為的影響も含め、予測しがたい多くの外因にさらされ、時にはそのインパクトに傷つき被害を受ける。しかし、被害を受けこれが傷ついた場合でも各生命体は、生命活動の本質的特徴として、また元の状況にもどり生命活動を維持・存続させる力、すなわち回復力を持っている。

生態系の安定性(stability)と多様性の関係については、食物連鎖の栄養段階の多様さ及び各段階における種の豊富さの観点から、より高い多様性は生態系のより安定した状況をもたらすと解釈されている(ワット, 1975)。この安定性の内容に関して、Leps et al. (1982)は、生態系が異常な状況になった場合の回復力(resilience)と外的攪乱等のストレスへの抵抗力(resistance)に区別した。そして、この回復力および抵抗力と種多様性に関しては、植物群落の多様性が立地の生産性や構成種の種特性に影響される事例を示し、多様性の高い群落は、高い抵抗力を持つが、回復力については低くなると結論づけている。

このように種は立地環境によって第一義的に規定されるが、さらに攪乱の程度・状況によっても大きく左右される。もちろん生態系を破壊するような強烈な攪乱もあるが、攪乱の程度によっては、むしろ種の多様性を増大する作用をもたらす(Connell, 1978)。この理由として、一般に、適度な攪乱が立地環境の不均質性を高め、種間の競争圧を低下し多数の種の共存を促すためと解釈されている(Huston, 1994)。

さらに、遷移との関係においては、極端な乾性または湿性条件にある立地では、遷移の進行に伴って種多様性が高まるのに対し、土壌条件が整い

水分条件も適潤な立地では、比較的遷移初期のステージで最も高い多様性になる状態がみられる(Auclair & Goff, 1971)。

3. 人間生活と生物多様性の価値

人間は自然界から食料・エネルギーを求めながら生活を築いてきたが、現代社会の食料・エネルギーの確保は、産業・経済機構に組み込まれた農林漁業に依存している。そして、この中での生産効率の追求により、自然破壊とともに特化した生物資源の利用に陥った。すなわちモノカルチャー化である。この状況は、短期的には科学技術を駆使した生産効率の上昇をなしえたものの、生物多様性は失われ、その結果、近代的農林漁業の現場でのストレス抵抗性や異常に陥った場合の回復力の低下が顕在化してきた(シヴァ, 1997)。今後、長期的視野に立った「危険分散」の意味からも、さまざまな潜在力と可能性を担う生物多様性の確保は重要である。

人間は自然の中の一員でありながら、その文明化は、厳しさを内包する自然からの離脱を目指してきた(中村, 1998)。これに伴う人間の自然との乖離現象は、資源・エネルギーの面のみならず、今、人の精神や心の生長・安定面での負の影響が顕在化しつつある。子どもをはじめ、人々の多様な自然体験や自然の中でのリフレッシュは、人が生きるにおいて必要欠くべからずものであり、人々にとっての自然環境及び生物多様性の確保は、人間社会全体にとっての大きな課題である。このような状況の中、地域や現場に根ざした自然環境の調査研究・保護活動の拠点づくりとともに、学校教育の現場はもとより博物館等の社会教育施設などでの生物多様性に関する教育・学習機能の充実が求められている。

おわりに

人間社会の様々な組織においても、多様な能力を有する人材の確保とその組織の中での能力の発揮は、常に大きな課題である。多様な構成要素からなり、細胞から個体、家族、社会、生態系に至る様々なレベルの生命システムは、ときには外圧や内部異常、情報過多等によって無秩序で混乱し

た状態に陥る。しかし、そんな場合でも、多様性の確保とそれに根ざす潜在力を生かして回復、自立し、システムの発展性と連続性を確保していかなければならない。

引用文献

- Auclair, A.N. & Goff, F.G. 1971. Diversity relations in upland forest in the western Great Lakes area. *American Naturalist* 105: 499-528.
- Connell, J.H. 1978. Diversity in tropical rain forests and coral reefs. *Science* 199: 1302-1309.
- Gleason, H.A. 1922. On the relation of species and area. *Ecology* 3:158-162.
- Huston, M.A. 1994. *Biological Diversity*. 681 pp. Cambridge University Press.
- 川那部浩哉. 1996. 生物界における共生と多様性. pp.205. 人文書院.
- Leps, J., Osbornova-Kosinova, J. & Rejmanek, M. 1982. Community stability, complexity and species life history strategies. *Vegetatio* 50: 53-63.
- Margalef, R. 1957. La teoria de la informacion en ecologia. *Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona* 23:373-449 (英訳: Information theory in ecology. *General Systems* 3:36-71).
- Margalef, R. 1968. *Perspective in Ecological Theory*. 111 pp. The University of Chicago Press.
- 中村俊彦. 1998. 自然保護における環境保全の位置付け. *自然保護*423: 22-23.
- Odum, E.P. 1983. *Basic Ecology*. 613 pp. Holt-Saunders International Editions.
- シヴァ, ヴァンダナ (高橋由紀・戸田清訳). 1997. 生物多様性の危機: 精神のモノカルチャー. 186 pp. 三一書房.
- Shannon, C.E. & Weaver, W. 1949. *The Mathematical Theory of Communication*. 125 pp. University of Illinois Press.
- ワット, E.F. (沼田真, 監訳). 1975. *環境科学: 理論と実際*. 東海大学出版会.
- Whittaker, R. H. 1960. Vegetation of the Great Smoky Mountains. *Ecological Monographs* 26:1-80.
- Whittaker, R.H. 1975. *Communities and Ecosystems* 2nd ed. 385 pp. Macmillan Publishing.

浜口さんの講演・中村さんのコメントについての質疑応答

・「一市民」と名乗られた会場のかたからの質問表(p.15)で、ヒトにとって自然が持つ意味を4つに分けて示しているがi)肉体と精神を明確に分けるのは適当か、ii) 大人と子供を別個に扱うのは適当か、iii) この表には、ヒトにとって自然が持つ個々の具体的な意味を当てはめにくいのではないか。

・ 浜口さん

i) 肉体を分けたのは、まず生命の維持と言う観点から肉体に目を向けたかったからである。ii) 以前、「神奈川の自然は箱根と大山で十分」という意見が出たことがあったが、大人は、時々箱根や大山に行って自然に触れるだけで良いかも知れないが、子供は身近に自然がある環境で育つべきであると考えたから分けた。iii) この表は厳密な分類のためにではなくおおざっぱな指標として提出した。

総合討論

東大・樋口広芳さんの司会進行で討論が進められ、まず始めに、生物多様性の機能について議論が行われた。

冒頭、東大・宮下直さんが、生態学では、長年の間、生物間相互作用に着目した群集生態学と物質循環に焦点を当てた生態系生態学が並存しており、両者の統合は進んでいない、との現状認識を示した。その上で、物質循環など生態系の機能に、種が多い、という群集の属性がどう関与しているのか、研究すべきではないかという問題提起を行った。

続いて東大・嶋田さんが、単純に種数や多様性指数を比較するだけでは無意味であり、比較のための適切な軸を設定する必要があるという指摘を行った。また、種数と機能の関連について、有名なTilmanらの圃場実験にしても、現実のフィールドに結果をそのまま適用できるものではなく、野外で実際に機能している群集を比較するための手段や尺度を考えるべきだ、と述べた。

東大の松田さんは、北山さんが講演した「生態系としての機能が高ければ恒常性や安定性も高まる」という考え方に疑問を示した。そのうえで、生物多様性の重要性を立証することは本当に可能なのか、という問題を提示し、生物多様性の保全はいわば予防原理にのっとるものであるのではないかと、として、「悔いのない政策」という考え方に賛意を示した。付随して、専門家として、わかっていないという事実を隠さないことの重要性を指摘した。

松田さんの指摘に対して北山さんは、多様性が低いなら機能が低い、というのでは、ハワイの林に他の場所の植物を導入すればよい、という議論が起りかねないという懸念を紹介、人間にとっては効用的な価値が最も説得力を持っている（ため、多様性と効用の関係を安易に扱うのはいかなものか）という意見を述べた。

国立環境研究所の椿宣高さんは、Tilmanの成

果の解釈について発言し、確かに種数が増えれば機能が高まるという結果だが、ある程度種数が増えると機能の上昇は頭打ちになる、飽和曲線型の関係にあることにも注意すべきだとした。すなわち、この結果をそのまま受け入れた場合には、機能が飽和に近づいたレベルの多様性を確保すればよい、という考え方が現れ、その結果保全されなくなる種が多くなる可能性が生じることに懸念を示した。その上で、生態系の機能、という観点と、種や地域個体群の保全、あるいは権利、それに対する人間の責任、という観点の両方が必要であることを指摘した。

中央大学の中村方子さんは、ガラパゴス諸島のミミズの事例をとりあげ、農業が広範囲で行われているフロレアナ島などでは、残存するスカレシア林でも耕地性のミミズばかりであるが、イザベラ島、サンクリストバル島など農地がそれほどないところでは、スカレシア林内には本来の樹林性の種が残っていることを紹介した。それを踏まえた上で、個々の場所だけでなく、その周辺への影響についても考えることの重要性を指摘した。

東京大学の大賀圭治さんは、国際的な食糧問題を踏まえて環境経済学を研究する立場から、以下の3つの質問を提示した。

1：生物多様性の話は現状ではほとんどが森林や湿地に対象が限定されている。これらの適地は農業の適地と一致しているため、農業＝反自然という扱いをされることが多いが、生態学においてはそういう捉え方なのか。

2：一部の種多様性の高い自然だけを保全すればよいのか。

3：＜平川さんの講演に関連して＞景観など美的な価値は、歴史的価値に含まれるのか。

これに関連して、東大で造林学を専攻する橋本徹さんより、現在でも飢えている人には、森林を守るより農地を拡大することに価値がみとめられてしまうことを指摘する発言があった。その上で、

人口を抑制しない限り食糧生産優先の風潮は止まらないのではないかとこの考えが提示された。

大賀さんの質問の1と橋本さんの発言に対して、千葉県立博物館の中村雅俊さんがコメントした。農業といってもいろいろなやり方があり、近代的なモノカルチャーでは難しいが、伝統的な農法などを活用することで生物多様性を保つことができるのではないかと、という内容であった。さらに、伝統的な農業に結びついた土地利用や景観によって保たれている生物多様性もある、と指摘した。

この中村さんの発言に、東京大学の松田さんが反論した。伝統的な農業でも負荷は負荷であり、人間は基本的に自然に対して悪いことをしている、という認識を持つことが必要ではないか、というのである。

ここまでで予定の時間を過ぎ、司会の樋口さんの「最後に是非付け加えたい点があれば」との問いかけに平川さんが答えた。

平川さんは、大賀さんの質問の3への答えも兼ねて、景観などの美的な価値は、人間がそこから何らかの恩恵を受けている以上は、効用的価値に属すると考えている、と発言した。さらに引き続き、生物多様性という言葉は2つの意味を含んでおり、これは分けて使うべきである、という問題

提起を行った。生物多様性という言葉が意味するものは、一つは、生物群集に関する科学的な、測定可能な属性であり、古くから生物学的多様性 biological diversity と呼ばれてきたものである。もう一つは、全地球的な生物の多様さを示す包括的な概念である。1980年代から biological diversity は2番目の意味でも使われるようになり、E.O.Wilsonの著作以来 biodiversity の語も同じ意味で使われるようになったという。現在は、これら2つの語が同じように使われているので、それぞれの言葉の由来に立ち戻って、科学的な尺度としての biological diversity (生物学的多様性) と、生物の多様さを示す概念である biodiversity (生物多様性) といった使い方をすべきではないかと提案した。

最後に司会の樋口さんが、本日は生物多様性の価値や意義についていろいろな角度から議論ができ、とても有意義だった、これを機会に今後、関連の研究や議論がさらに活発になることを期待したい、と述べて締めくくった。

総合討論の後に農学部内で行われた懇親会にも30名ほどが参加し、各講演者を囲んで議論が続いた。

2000年度活動報告と今後の予定

1. 地区会委員会の開催 (10月2日)

東大農学部
今年度の活動計画の決定

5. 修論発表会

2001年3月3日
東大農学部で開催, 補助金3万円支給

2. 地区会総会 (12月16日)

東大農学部
2000年度活動 (予定) 報告
関東地区会次期会長 椿宜高氏
(国立環境研)

6. 地区会報発行

公開シンポジウムの要旨, その他

3. 公開シンポジウム (12月16日)

東大農学部
「生物多様性の意義と価値」

7. 日本生態学会50周年記念大会

2003年に関東で開催予定, 関東地区会が
協力

4. 日本動物学会主催学術講演会の後援

2001年1月20日
「どうなる、三宅島の自然？」

事務局: 〒113-8657 文京区弥生1-1-1

東京大学大学院農学生命科学研究科
生物多様性科学研究室 宮下 直

日本生態学会関東地区会報 第49号

2001年3月31日 発行

日本生態学会関東地区会

会長 樋口広芳

編集 加藤和弘・大塚公雄

事務局：〒113-8657 文京区弥生1-1-1

東京大学大学院農学生命科学研究科

生物多様性科学研究室 宮下 直

