

## 保全教育

# 保全生物学の原則：保全生物学会教育委員会からの保全リテラシーに関する勧告事項

人類の住む世界は、急速にその生態的多様性を減少させている。我々は自然からエネルギー、物質、生物を奪い、持続的とはいえない速度で景観を改変している。その結果、絶滅速度は加速し、生態系の質の低下や消失が起き、我々の文化が根ざす自然のシステムは破壊されている。保全生物学会は、こうした問題を正すためには保全教育が不可欠なステップであると考えている。ここで述べる達成目標には、「あらゆるレベルの、予備的および継続的な、一般市民、生物学者、管理者に対する保全生物学の原則についての教育」が含まれている。

しかしこれらの原則とは何だろうか。保全生物学における専門的な解釈の基礎となっている中心概念や価値、すなわち「保全リテラシー」と呼ばれているものに相当する知見とは何だろうか。時々保全生物学の教育が注目されることはあるが（Jacobson and Hardesty 1988; Fleischer 1990; Orr 1992; Trombulak 1993 など）基本的な指導原則についての合意は得られていない。ここで我々はこうしたガイドラインの枠組みを示したい。この文書は保全生物学会の教育委員会が実施した長期プロジェクトの成果である。我々がここで示した原則は、生態学や遺伝学の膨大な研究、20世紀に実施された保全対策、そして社会科学において生まれた様々な学際的な視点から導かれたものである。これらのガイドライン策定においては、Meffe and Carroll (1997) Massa and Ingegnoli (1999), Gracia (2002), Primack (2002), Hunter (2002) などの理論的・実践的基礎を徹底的に概観した。

この中で我々は、ある特定個人が達成すべきことを規定するのではなく、保全リテラシーの品質証明とみなす知識の主要部を記述することを目指した。この原則を様々な読者の様々な目的に

役立てていただきたい。例えば、市民に効果的な保全施策の基礎をさらに理解してもらうことが主眼であれば、保全団体がこれを使って会員の教育プログラムを作成することも可能であろう。継続的な教育プログラムにおいて、（専門課程でもそうでなくても）大学の学部生や自然資源の専門家向けの保全生物学の課程を作る手引きともなるだろう。また、職業上の技能を身に付けることを主目的として、大学の保全生物学の課程を作る際の手引きとしても役立つだろう。

この枠組みは、様々な読者を対象とした教育ツールとして設計されているため、色んな意味で、先に述べたテキストの目次のような重要な項目の一覧表にはなっていない。第一に、それぞれの項目または見出し語は、項目の標題ではなく原則である。つまり、教師の手引き、あるいは生徒を引き込むアイデアとして、独立した概念や目標を述べたものである。簡潔に述べたこれらの原則には、参考書としても使えるような様々な調査の知見が反映されているが、そうした調査は生徒の誰もが簡単に利用できるものばかりではない。

第二にこの枠組みは、それぞれ独立してはいるが全体的な概念全体にも関わるような原則が階層構造になっている。我々は、この文書をできるだけ様々な方法で利用して欲しいと考えている。利用する側は、全部の原則を検証・理解する必要はなく、どれでも目的に応じたものを使えばいい。

第三に、三つの階層（第一次原則、第二次原則、補助原則）は、細分化が進む保全生物学における原則を示したものである。自分の主題に応じて第一次原則を使ったり理解したいだけだという人もいるだろう。第二次原則の細部よりもさらに細かいレベルにおいてこの文書を利用あるいは研究するの

正しいし、有用な使い方だろう。もっと長期的かつ詳細な研究課程ならば、さらに特定の補助方針を基本とすることもあるだろう。科学的に正しく、局所的な必要に応じて、「様々なレベルが混じり合った」アプローチでこの枠組みを利用することすら可能である。例えば、種の保護や生息地の復元に関心を持つ立法機関が、第二次原則とテーマ5（対策）の概念はもちろん、5つの第一次原則を審査する場合もあるだろう。

保全生物学は、特定の分野にだけ関わるもので、日常生活には重要でない、単なる一つの特化した課題分野であると見られがちである。しかし、人間が地球上の生命に与える影響の大きさを考えれば、どの国でも保全リテラシーは良き市民性の要石のひとつであると考えべきである（Orr 1992, 2004）。保全生物学会による保全リテラシーガイドラインの作成は、他の専門学会がそれぞれの分野におけるリテラシーガイドラインを作成したのと同じ方法を取っている（Gilliard et al. 1988; Geological Society of America 1999; North American Association for Environmental Education 1999; American Chemical Society 2003 など）。

我々の見方では、どんな分野においても、理解度の深さというのは、原則についての知識とそれを問題解決のために使う能力を意味する。この文書は保全生物学の原則についてのものである。問題解決能力は、必然的に、個人の教育レベルや経験レベルに応じて様々な段階で開発されていく。問題解決能力やその他の関連する知的・科学的能力は重要であるが、ここでその複雑な課題に触れることはしない。これらは今後議論すべき話題である。また、実際のレベルでいうと、それぞれの機関でカリキュラムを開発して実施し、様々な教育レベル、経験レベルに応じ

て、それぞれの原則に関する技能の例を实地検証することは、今後の課題としたい。

さらに、各地域の環境の理解を促し生物圏全体の状況を正しく認識する上で、自分の生徒に適していると思われるこれらの原則の事例は、教師それぞれが開発すべきものである。そういうことなので、この文書は世界中のどの地域でも当てはまる原則を取り扱っている。したがって、この原則を上手く使えるかどうかは、その地域の生物学的な特徴や保全の現実をよく知っているかどうかによって左右される。この原則は保全生物学分野を徹底的に調査した結果を表しているが、この文書には保全リテラシーの最終的な姿は示されていない。むしろ、こうしたガイドラインを出版することで、保全生物学の目標や価値、概念、生物学的多様性や生態的完全性・生態的健全性、そしてその保全に向けた戦略（例えば保全リテラシーに関する対話）などについて、国際的な保全団体どうしの対話が始まることを期待している。これら5つの項目（目標、価値、概念、脅威、対策）は、それぞれの原則を包含する5つの主題の枠組みとなっている。ここで示されている相当数の保全生物学の原則は、単なる経験的な事実でも理論的な予測でもなく、価値を考慮した信念に基づく望ましい結論である、ということとは特記しておく。このことは、保全生物学の規範に背くものではなく、実はカギとなる原則の特性として認識されているのである（Barry and Oelschlaeger 1996, Meine and Meffe 1996）。

## 保全生物学の基本原則

### テーマI. 保全生物学の目標

保全生物学者は地球上の生物のもつ重要な3つの側面を維持することをめざす。それらはすなわち生物システムにみられる本来の多様性（生物多様性）；それらシステムの構成、構造、機能（生態的完全性）；回復力と時間をこえる耐久能力（生態的健全性）の3つである（Callicott et al. 1999）。

(A) 生物多様性：生物多様性とは、遺伝子、種、高次分類群にわたる生物のあらゆる組織レベルにおける多様さ、および生息地、生態系の多様

さをさす。

(1) 地球上には膨大でしばしば未計測な多様な生物が存在する。

(2) 自然の多様性は絶対数、相対量、生態的独自性などのさまざまなかたちで測ることができる。

(3) ある要素が稀少であるか衰退しつつある。互いに関連するこれら2つのパタンのいずれかが観察されるとき、生物多様性は絶滅により脅かされているといえる。

(4) 生物多様性は人間活動によって条件が変えられない場合であっても時間的に固定したものではなく生態プロセスと進化プロセスの両者から影響を受ける。

(5) 人間活動のインパクトなしに起こることが想定されるよりも急激でより大規模な生物多様性の変化は、生態的完全性や生態的健全性に負のインパクトを与えることが多い。

(6) すべての生物多様性の側面が潜在的に生態的健全性の維持になんらかの役割を担っている。それゆえ保全生物学においてはこれらすべてに価値を認める。

(B) 生態的完全性：生態的完全性とはある生物の集合が、人間活動による変更を受けない類似の生物集合と比較してその構成、構造、機能を時間経過に沿って一定に維持できる相対的な程度を指す。

(1) ある生態システム（たとえば個体群、生態系）の完全性は構造（あるシステムが時間的、空間的になにと類似するか）、機能（構成要素間の諸関係）、構成（そのシステムがどういう構成要素からなるか）にかかわるいろいろな測度で計測可能である。

(2) ある生態システムの生態的完全性の保護や回復には、対象とするシステムのあらゆる生物学的階層レベルと、構成、機能、構成のすべての生態的側面にわたる保全が必要である。

(C) 生態的健全性：生態的健全性とは、ストレスに対する回復力や時間経過に対し組織や自律性を維持する能力をあらわす、ある生態システムの状態の相対的な測度である。

(1) 生態的健全性はさまざまな生態的測度を組み合わせて評価されるが、どの測度もそれ一つだけでは健全性の指標とはならない。関連の

ある変数には生産力（システムがバイオマスを生産する能力）、複雑性（システムに含まれる要素の数、要素間の相互関係の強さ）、回復力（システムが動揺後のある状態から回復する能力）などがある。生態的健全性は、そのシステムが人間活動による変化を被っていない場合との相対値として表される。

(2) 生態的健全性は観測可能なパターンである生物多様性および生態的完全性の基礎となるプロセスに焦点をあわせる。

テーマ . なぜ生物学的多様性、生態学的完全性、生態学的健全性が重要か？

自然の保全を重視する根拠は3つある。それは、固有的価値、有用的もしくは経済的価値、感情的・精神的・心理的価値、である。これらは相容れないものではないが、人により有する価値観が異なり、そしてそれこそが保全の達成のために考慮すべきことである（Norton 1987）。

(A) 価値体系と自然認識：価値体系は私たちの自然に対する見方を決定づけるが、この体系は文化内でも、また文化間でも様々である。

(1) 人間の価値体系は自然に対する私たちの見方を決定づける（私たちの自然観は価値観に左右される）。そこには、自然の諸側面の価値の判断、環境に対する人類の影響の判断、生物学的多様性・生態学的完全性・生態学的健全性の変化の判断、などが含まれる。

(2) 自然に対する人間の価値体系は、すべからくそれ自身が絶対的な存在価値を持つという見方から、全てはただ人類が利用するためだけにあるという見方まで幅があり、その間に様々な段階が存在する。

(3) 価値体系の多様さは、人間の文化間にも、文化の中にも存在する。（ある価値に対し、他の文化よりも伝統的に重きを置く文化があるし、また単一の文化内でさえ自然に対する評価は人それぞれである）

(4) 保全を達成する努力は、このように文化内および文化間に存在する様々な（異なる）価値体系の

認識と理解の元で行われるべきである。

- (B) 自然の内在的価値：内在的価値とは、自然そのものの価値であり、人間にとっての有用性とは独立したものである。
- (1) 人間は自然や自然物（例：個々の動植物や生態系や山々）を、その内在的価値ゆえに評価することがある。内在的価値は、自然物が有するいかなる利用価値とも独立して存在する。
- (2) 内在的価値を有する自然物の破壊や干渉は、生存にとって不可避な場合のみ道義的に許される、とする考え方もある。
- (C) 自然の有用的価値：有用的価値は、人間にとっての有用性に基づいており、一般に経済的価値や利用価値で測られる。
- (1) 有用的価値の中には、自然の要素や機能は貨幣価値で置き換えうるというように、経済的観点で測りうるものがある。
- (2) たとえ明確な市場価値をあてることができなくても、自然のある要素や機能に、認定された用途や社会にとってある役割があるならば、有用的価値は認められる。このような価値の中には、肥沃な土壌の維持や気候調節などのような、自然が提供する生態学的有用性も含まれる。
- (D) 自然の心理的価値：心理的価値とは、人間の心理的（感情的、精神的、審美的）な幸福に寄与する価値のことである。
- (1) 心理的価値は、生態システムとの一体感やそれらの希求から生ずるものであり、それにより自己意識を拡張したり、自己実現感（自身の能力を最大に発揮した感覚）を増大することができる（Naess and Rothenberg 1989）。
- (2) 心理的価値は、直接的な自然体験から生まれるとともに、各々の直接体験がなくとも、自然が存在するという認識からも生じうる。

テーマ III. 生物多様性、生態的完全性、生態的健全性を理解するための概念

保全の対象となる重要な自然の構成要素について理解することは、分類学、生態学、遺伝学、地理学、進化生物学

を含む多くの生物学的概念の理解に基づいている。

- (A) 分類学的階層性：全ての生物は程度の差こそあれ他の生物と何らかの関係がある。関係性のパターンは、関連した生物のグループの階層として表せる。
- (1) 進化的関連性によるグループ化
- (2) これらのグループを種レベルから高次分類群（例：属、科、目）へと階層的に体系化
- (B) 生態学的階層性：自然の構成要素は、非常に小さなスケール（遺伝子）から大きなスケール（生態系および景観）まで、入れ子状の相互作用する組織レベルへとグループ化される。
- (1) 遺伝子からサブ個体群（デーム）、個体群、メタ個体群、群集、生態系、景観に至る生命体の階層性が生態学的階層性である。
- (2) ある階層レベルにある要素はその上下のレベルにも影響を与える。
- (C) 遺伝的多様性：ある生物個体が創り出されるための情報はその個体の遺伝子に組み込まれている。遺伝情報は個体毎に異なり、全ての生物個体が重要な遺伝情報を保有している可能性がある。
- (1) ある生物個体がおもつ様々な特性の生物学的基盤は、その個体のDNAに組み込まれた遺伝情報である。
- (2) 遺伝物質に組み込まれている詳細な情報は個体間・個体群間で異なる。
- (3) このような「個体間・個体群間における詳細な遺伝情報の違い」を遺伝的多様性と呼ぶ。
- (4) 遺伝的多様性は、その個体群が環境等から受けた選択圧を反映し得る。従って、ある種がどのようにして環境変動に対応するかの重要なメカニズムを示している。
- (5) 遺伝的多様性は、自然界における個体の生存率や繁殖に関連して起こる偶発的な事象の働きによって減少し得る。個体群が小さければ小さいほど、このような偶発的な事象による遺伝的多様性の低下は起こりやすくなる。（例：ラング

ムな遺伝的浮動）

- (6) 種内における遺伝的多様性は、個体群間における個体および配偶子（例：花粉など）の移動に影響される。部分集団間におけるこのような移動は、対立遺伝子の固定を防ぎ、結果として遺伝的多様性の保持（対立遺伝子が消失しない）や個体群の均一化（部分集団が遺伝的に分化しない）につながる。
- (D) 種概念：生物を体系化する際の最小単位となるのが種である。しかし種内にも重要な変異があり、このような差異は、進化的に明確に分化した下位集団を創り出す。
- (1) 種の定義には多くの考え方があるが、保全の視点では「交配・繁殖が可能な個体の集まり」または「共通の特性および血統を持つ個体の集団」として扱われる。
- (2) 種は同型ではなく、均一な存在でもない。1つの種には多様な集団が含まれ、それぞれの集団が特異的な遺伝情報や進化的傾向をもつ。
- (3) 種は変化しつづける。すなわち、選択圧、遺伝子流動、偶発的な事象に反応して進化する。
- (4) 生物間の進化的関係および生態学的関係が明らかになるにつれ、個体を種に分類する基準も変化している。
- (E) 個体群成長：個体群は何らかの環境要因によって制限されない限り指数関数的に増加する。小個体群は大きな個体群に比べてより高い絶滅リスクおよび遺伝子情報の消失の危険にさらされている。
- (1) 個体群サイズは、その個体群が指数関数的に増加する力と、生物学的要因（例：密度依存、捕食）や非生物学的要因（例：気候）とのトレードオフによって決定される。
- (2) 個体群サイズが限界点に近づくとき、その個体群は、「緩やかに内在的限界に到達」「限界点付近で個体群サイズが振動」「個体群崩壊」などのパターンを示す。実際の個体群でどのパターンが生じるかはいくつかの要因によって影響を受けるが、特にエサ資源の回復率、および上位捕食者からの被食に対する行動学的反応や個体群動態の

反応に大きく左右される。

(3) 一般に個体群サイズは、近親交配の確率、生存や繁殖に伴う偶発的事象による遺伝情報の消失、絶滅しやすさなどの要素と負の関係にある。従って、一般的に小さな個体群ほどより高い絶滅リスクを負うことになる。

(4) 孤立した部分個体群間で低頻度での個体移動があるような場合、その部分個体群の集合をメタ個体群と呼ぶ。メタ個体群では、その構成要素である部分個体群の絶滅リスクは低くなる。

(F) 種の分布: 種は、それぞれの歴史的背景および生物学的特性に応じて異なる分布様式を示す。この分布パターンは、環境の変化および人間活動によって変化し得る。

(1) 種の分布は、進化的歴史、環境要因(例: 温度、土壌、雨量)および歴史的事象(例: 個体群の定着、絶滅)などによって決められている。

(2) 上述した要因が変化し、特定の局所地域がある種にとって適切な環境となった結果、その種が生息する。

(3) 多くの種の分布は、直接的(局所的な除去、移植、放流)または間接的(生物の移動や個体群存続を困難にするような生息地改変)に人間活動の影響を受けている。

(4) 局所個体群のサイズが大きい種ほど地理的分布域も広い傾向があり、絶滅リスクは低くなる。

(G) 群集と生態系: 群集および生態系とは、ある特定の地域内で相互的に作用している多くの種、および自然界におけるそれらの生息または生育に不可欠な非生物的要素の集まりである。

(1) 群集または生態系の定義は、その用語が用いられる状況によって変わる。例えば、森林の落葉層内の小型動物の集合体、森林全ての生物の集合体の両方とも「群集」として定義可能である。

(2) 群集または生態系の構成は、構成要素である個体群の成長過程および種間相互作用(例: 共生、競争、植食/寄生/捕食)によって決定される。

(3) 群集または生態系の構成は、

構成要素である種が環境変動に対応することによって変化し得る。したがって、群集および生態系の構成は静的なものではなく、時間軸に沿って変化していく。

(4) どの種が群集または生態系の構成要素となるかは、その地域の種プールと各種の分散能力および競争力によって決まる。

(5) 群集同士および生態系同士の境界線は、陸上対水域のように比較的明確であることもあれば、不明瞭な場合もある。しかしどの場合でも、群集または生態系の優占種間に相互作用があり、完全に分離されることはない。

(H) 確率性: 確率性とは、自然界においてある時間単位から別の時間単位へ推移する際に起こる偶発的事象の作用を指す。例えば、ある個体が生存する可能性、1 ないし 2 個体の次世代を残す可能性、成長に適さない季節を過ごす可能性などである。

(1) 自然システムは常に変化しており、長い時間軸ではその変化は予測不可能である。この予測不可能性は、個体群、群集、生態系全てに当てはまる。自然システムの将来状態に関する予測の信頼性は、予測する時間が長ければ長いほど低くなる。

(2) 人間による確率論的変動(例: 重油流出、特定の分断生息地の破壊)は、自然発生的な確率性を凌駕するほどの明確な現象である。

(I) 絶滅: 絶滅は進化的用語である。絶滅は人為的にも非人為的にも起こり得るが、近年の人為的原因による絶滅率は、人間が出現する以前の化石記録から読み取られた絶滅率よりもはるかに高い。

(1) 全ての個体群にとって、絶滅とは長い時間スケールでの予測事象である - これまでに存在したことのある 99.9%以上の種が既に絶滅している。

(2) 種よりも下位の分類群(例: 亜種、群体)の系統は種よりも絶滅に向かいやすく、生物多様性の低下につながる。

(3) 人間活動とは無関係な絶滅は、長期間にわたる確率論的事象によ

って引き起こされる。

(4) 絶滅率は時代によってばらつきがある。地球の歴史においては、低い背景絶滅率に比べて明らかに絶滅率の高い期間があった。このような絶滅率の高い時代 - 大量絶滅 - のいくつかは、非常に激しい地質学的な事象によって起こっているが、その他の時代については未だに原因不明である。

(5) 人間活動による絶滅率は背景絶滅率よりもはるかに高く、これまでに起こった大量絶滅の際の絶滅率よりも高いとされている。

(6) 進化的時間軸における絶滅率と種分化率が同じであれば、システム内の種数は一定に保たれる。一方で、種分化による種数の増加よりも絶滅する種数の方が多ければ、大量絶滅や現在起こっている人間由来の絶滅のように種数は減少するであろう。

テーマ : 種の多様性に対する脅威、生態的完全性と生態的健全性

自然は直接の収穫、生息地の破壊や外来種の持ち込みなど、人間からの非常に多くの脅威に直面しておりこれからも直面し続ける。各世代は何が普通かまたは自然のままかについて異なる基準を作り上げているなど、人々の脅威レベルの認識はどれほどの変化が起きたかを見てきたかということにより強く左右される。

(A) 生態経済学: 近年の生態経済学における発展は生物の多様性の消失、生態的完全性の悪化や生態的健全性の衰弱を導いた新古典派経済論の誤解を訂正する(Costanza 1991; Daly & Farley 2003)。

(1) 人間活動は自然過程の一部分であり、その逆ではない。

(2) 人間の経済活動は自然生態系により供給されたサービスを網羅しているが、しかし全ての自然は人間の経済活動の資源として使われるためにあるわけではない。

(3) 経済的物質的制約は人間の経済活動や人口増加に制限をかけ、すべてのそうした制限は科学技術によって克服されるわけではない。

(B) 古代における人間の開拓の影響: 人間社会は絶滅や生態系に大きな変化を引き起こしてきた長い歴史

がある。

(1) 先史時代 (Martin & Klein 1984) と歴史的な過去 (Crosby 1993)において、新しい土地への人間の到来は他の種の絶滅や自然群集の中で大規模な変化を引き起こした。

(2) 人間は食料のための直接利用の蓄積的影響、自然植生の変化や外来種の持ち込みなど、様々な手段で絶滅や自然群集における変化を引き起こしてきた。

(3) 人間が引き起こした自然群集の変化はとても広がっているかもしれないが、しかし現代の人間文化が、どのように現在の生物の状態が観察されているかは、過去における人間活動によって変えられてきたということが広く認識されていないかもしれないことについての立証は不十分である (記録は不十分である)。

(4) 一部の人間文化は生物の多様性、生態的完全性と生態的健全性の保護や復元を支える一定レベルの生態学的知識や経験を構築しているかもしれない。

(C) 現代の人間の影響：人間は行動の頻度や強度や行動が行われる場所により種や生態系に影響を与えている。これらの行動の変化によって自然に対する人間の影響は変化しうる。

(1) 一定のタイプと頻度の人間の影響によって受ける影響は生態系ごとに異なる。これらの違いは少なくとも一部は、生産力など生態系自身の特質がもたれている。

(2) 人間活動は生態系を変えているので、変えられたシステムはその次の変化により影響を受けやすいかもしれない。すなわち、システムは回復力を失うだろう。

(3) すべての現代の人間の影響は最近の人間の人口増加率により指数関数的に拡大されている；かつてなく多くの人々が生存し、そして、人口は今後 50 年はほぼ確実に増加する (Cohen 2003)。

(D) 絶滅のパターン：種は現在人間の歴史で見たことがなく、化石記録でもまれな大量絶滅のみでみられた割合で絶滅している。

(1) 今日我々が観察している種の絶滅のパターンは、人間の歴史で今までに例がない。これらの絶滅

は長期間の影響で徐々に生物の多様性、生態的完全性と生態的健全性を破壊する。

(2) 現在、絶滅率は種分化率を越えている。つまり、種は現在何百年間の進化により置き換えることができないくらいの率で絶滅している。

(E) 絶滅の至近要因：人間は 4 つの主要な行動：生息地の破壊、生息地の変更、過剰開発 (乱獲や過剰収穫) や外来種の持ち込みによって絶滅を引き起こす。

(1) 種の絶滅リスクへの人間活動の影響は空間と時間両方における活動の大きさにより左右されている。

(2) 種や種のグループによって異なる人間活動の組み合わせの結果として絶滅または絶滅危惧にされているのかもしれない。

(3) 生物種と生物種群によって、あるタイプの人間活動の方が他のタイプの人間活動より絶滅させられやすいかもしれない。

(4) 人間活動は種の相互関係を変えるかもしれず、結果としてひとつのシステムの多種の絶滅を引き起こす。

(F) 地球の気候変化：地球は現在人間が大気へ増加させた温室化ガスにより引き起こされた、平均温度の増加を経験している。この温度の変化は気候の急激な変化、地理的分布、生態学的過程、ことにより、地球に住む生物を深刻な状態にし、絶滅のリスクを増加させるだろう (McCarthy et al. 2001)。

(4) 前世紀の間、化石燃料の使用は大気への温室化ガス、特に二酸化炭素を増加させた。環境中のこうした温室化ガスの増加は全世紀すでに過去 1000 年のどんなときよりも平均温度が上昇しているという結果を生じさせた。

(5) 植物による炭素の吸収は、この炭素の大部分は分解の間に大気に放出するので一時的な解決策ではない；現在の地球の状態は新しい化石燃料堆積物の蓄積を容認しない。

(6) 上昇し続ける温室化ガス濃度の影響は、必ず何世紀もの気候に影響を及ぼし、地域や季節の気温と降水量変化という結果を引き起こす。大気へのこれ以上の温室化

ガスの増加がないと仮定しても、すでに引き起こされた増加の結果として私達の気候は変化し続けるだろう。

(7) 地域と季節の気候の変化は地理的分布、絶滅のリスク、群集構成や生態系機能を含め、種に多大な影響を与える。

(8) 気候の避けられない変化の種への影響を完全にとめることは不可能である。けれども、もしかすると人間の資源消費習慣と土地利用政策を変えることで影響の大きさを減少させることは可能かもしれない。

(G) カスケード効果；自然の相互関係により、ひとつの種の絶滅が予測できない他の種の絶滅を引き起こすことがある。その結果生じた絶滅が順々に他の種に影響を与え、生態系の全体に渡って連鎖反応を起こしうる。

(1) ひとつのレベルの生物組織における生物の多様性、生態的完全性と生態的健全性の悪化は、その後他のレベルにおける生物の多様性、生態的完全性と生態的健全性に対し影響を与えるかもしれない。

(2) 絶滅や生息地の破壊は更なる影響を引き起こし、生態系中に滝のような連続変化を引き起こすかもしれない。

(3) カスケード効果が起こる道筋を予測することは、不可能でないとしても難しい。しかし、これらの効果は大きくそして長く続くだろう。

(H) 生態系の歴史的状態：ほとんどの生態系の今日の状態は人間の活動により過去のものとは随分と異なる。

(1) 歴史上と今日の人間社会の活動が、ほとんどの今日の陸、水系生態系の劇的な破壊という結果を招いている。

(2) 個人と社会として人間は生態系の状態がどれほど変化しうるかまたはされなくてははいけないかということについて価値基準の選択をしてきた。そしてそれらの選択は自然界の状態と構成を決定して来たし、し続けていく。

(I) 基準の変化：どのような性質が普通の自然の状況かについての人々の意見は、人々が自分の一生涯においてどのような経験をしてきたか

によって強く左右される。

(1) 生物の多様性、生態的完全性と生態的健全性が衰弱していくにつれ、各世代は新しいより低いレベルを“正常”として考えている、そしてこれは人々の自然界の価値観決定に寄与しており、つまり土地利用の決定を左右している。

(3) 文化の変化や利用する機会の不足の結果、人間が直接自然システムに触れることが減少するにつれ、自然の“正常”状態の認識が変わる。

#### テーマ5：生物の多様性、生態的完全性、生態的健全性の保全と復元

自然保護には、絶滅危惧種の保護、生態的保護地域、生態系を傷つける人間活動の規制、生態系復元、保護繁殖、外来種の管理、保全生物学教育を含むさまざまな戦略の組み合わせが必要とされる。

(A) 絶滅危惧種の保護：絶滅のおそれのある生物種の保護には過剰な捕獲と生息地の喪失を防止することが必要である。

(1) 一つの生物種を保護するには、個体群サイズの減少要因の特定およびその要因の軽減に焦点をあてた活動が求められる。

(2) 個々の生物種は、その種に焦点をあてた保護活動だけでなく、複数の種あるいはすべての生物群集を含んだ保護活動によって支援される。

(3) 自然および人為によって個体群サイズに確率変動的效果がもたらされる場合は、不確実性を見込んだ生物種の保護活動が必要となる。

(B) 生態的保護地域システム：自然保護のために計画される保護地域は、そこにすむ生物種が早期に絶滅することのないよう、すべての生態系を含むような方法で設定される必要がある。

(1) 生態的保護地域システムは、その主たる機能が生物種または生物種群を絶滅から防ぐこと、自然生態系と進化プロセスの維持を目的として管理される地域群でなければならない。

(2) そのような保護地域システムは、保護の対象とする生物種が

人間の干渉を避けて健全に生息し、自然のプロセスがみられるような十分な面積を含むように計画されなければならない。

(3) 保護地域システムの効果は、保護地域外の活動および保護地域内の活動によるストレス、保護地域内に存する生物種がそれらのストレスによってどの程度関係づけられるかという文脈によって影響を受ける。

(4) 生態的保護地域システムのデザインと管理は、保護地域にシステムおよび保護対象の生物種に与える地球規模の気候変動の影響予測を考慮すべきである。

(C) 人間の自然利用：人間による自然利用は、自然生態系に与える影響が減少するよう変更されなければならない。

(1) 人間の事業は、自然環境から切り離すのではなく、むしろ自然の文脈の中に調和的に包まれるようにすべきである。

(2) 人間による自然利用を、自然生態のプロセスを完全に模倣したものに変更することによって、生物多様性、生態的完全性、生態的健全性の利用に与える影響を減少させるべきである。

(3) 人間の利用が、生物多様性、生態的完全性、生態的健全性の利用に与える影響は、人間による空間的・時間的影響の大きさを減少させることによって緩和することが可能である。

(4) 生物学的保護地域や国立公園が自然保護の戦略にとって必須の要素であることは論を待たないが、自然保護の究極的な成功は、生物多様性と生態的システムと共存が可能であるよう人間活動を改造することにある。

(D) 生態系復元：機能や種の構成が損なわれた生態系は、できる限り自然な（すなわち人間によって改変されていない）状態に復元することが必要である。

(1) 人間による改変を通じて劣化した生態系は、ときには、外的ストレスの除去、在来種の再導入、外来種の除去、生態的プロセスの回復を通じて、復元することが可能である。

(2) どこまで回復すれば自然復元の努力が成功したと言えるか

は、どこに目標を設定するかによる。生物種の構成、生態系の機能と構造を完全に復元した事例はいまだかつてない。

(3) 自然復元を推進することが可能であるからといって、いかなる生息地破壊も正当化してはならない。

(E) 自然個体群の回復：絶滅のおそれのある生物種は、ときには保護繁殖した個体の野生への再導入を通じて、個体数の増加という利益を得ることができる。

(1) 野生において絶滅のおそれのある生物種または亜種は、動物園、植物園等の保護繁殖施設において、繁殖または増殖を助けることができる。

(2) この場合、遺伝的多様性を世代を越えて維持する、個体が自然界で出ある自然選択圧を模倣するなどの配慮が求められる。動物の場合、人間への慣れは最小限に止めるべきである。

(3) 自然保護のための保護繁殖プログラムは費用がかかるためすべての生物種に実践できるものではない。ある種にとっては生物学的に可能性が低い、一方で絶滅のおそれのある種にとってはそれが目前の絶滅を防ぐ唯一の戦略であることもありうる。

(F) 捕獲量の管理：生物種の絶滅可能性を著しく高めることがないように、自然からの生物種の捕獲量を管理すべきである。

(1) 無計画な捕獲は生物種の減少と絶滅の要因となりうる。

(2) 希少な種、絶滅のおそれのある種、絶滅の危機に瀕している種の場合はただちに捕獲禁止措置、影響を受けやすい年齢や成長段階の捕獲規制、捕獲総量の制限、捕獲可能期間の制限、捕獲禁止地域の設定などによる捕獲制限によって、種の存続がはかられる。

(3) 過剰捕獲による絶滅を防ぐために、個体群動態の生物学的理解にもとづいた捕獲制限に対して社会が理解を示すようにすべきである。

(G) 外来種の管理：外来種が導入され、あるいは定着に成功する可能性を減少させ、また可能であれば定着した外来種を根絶するための努力が求められる。

(1) 外来種は、世界中で在来種および生態系の主要な脅威の一つである。

(2) 外来種は、意図的にも非意図的にも拡大する可能性がある。

(3) 外来種の導入はほとんどは失敗に終わるが、いくつかの種は生態的にも経済的にも破壊的な結末をもたらす。

(4) 外来種がひとたび定着すると、完全に根絶することは不可能ではないにしても非常に困難である。

(5) 外来種の定着能力は、その外来種の特性（繁殖生理など）と外来種が導入される自然群集の状態（生態的に健全な生物群集は外来種の侵入に対する脆弱性は少ない）に影響される。

(H) 政治的参加：人間側の政治および政策の分野の理解と参加により、固有の生物多様性の維持の重要性の市民の議論の中への組み込みを確実なものとする。

(1) 公共政策が立案されるまでの過程と構造（法律、政令、ロビーイングの道筋を含む）を理解する。

(2) 地域レベルから地球レベルまで、さまざまな地理レベルにおいて、どのような人々が主たる役割を果たしているかを知る。

(3) 保全生物学の知識と経験を、あらゆる機会をとらえて、政策決定者と分かち合う。

(I) 教育：人間が自然と共生するよりよい方法を学ぶことができるよう、すべての社会のあらゆるレベルにおける自然保護教育が求められる。

(1) 自然保護教育では、保全生物学の重要性と手法を、人々に深く理解させるためのプログラム開発が求められる。

(2) 教育がもっとも成功を収めるのは、人々が直接的体験を通じて知識、技能、態度を発展させることに焦点を置くときである。

(3) 保全生物学者は、他者とわかりあうことのできる、ユニークな知識、技能、関心を持っている。

## 結論

様々なレベルでの保全教育プログラムの発展と、保全生物学者が重要だと

考える原理へのすべての人々の理解を促進するため、保全生物学の中心原理を階層的に解説し、表1に要約した。保全リテラシーは適切な諸原理とそれらを適用した技術の習得によって構成される。もし市民、保全にかかわる政策決定者、保全実務家が完全な保全知識を持つようになれば、我々の社会はもっと自然と調和して生活することができるだろうと確信している。

本ガイドラインについて議論を歓迎する。討論のための場 ([http://conbio.net/scb/services/education/docs/conservation\\_literacy.cfm](http://conbio.net/scb/services/education/docs/conservation_literacy.cfm)) が SCB の web サイトに設けてある。保全知識のある市民、政策決定者、保全実務家への教育と助言の経験に基づく、広範な保全生物学者の国際集団からの活用可能な議論の inputs を期待している。

## 謝辞

本文書はSCB教育委員会のリテラシーガイドライン作業部会の作成によるものである。全構成員が文書の作成のために貢献した。2000年からの教育委員会の全構成員、Carol Brewer、本文書編集にたずさわった二人の査読者、本ガイドラインの初期版へフィードバックしてくれたSCBの全メンバーに感謝します。

## 原著

Stephen C. Trombulak, S. C., K. S. Omland, J. A. Robinson, J. J. Lusk, T. L. Fleischner, G. Brown, and M. Domroese 2004. Principles of Conservation Biology: Recommended Guidelines for Conservation Literacy from the Education Committee of the Society for Conservation Biology. *Conservation Biology* 18:1180-1190.

## 翻訳者

名取 (日笠) 睦 (序文)

110-8676 東京都台東区下谷 3-10-10 (財) 自然環境研究センター  
mhikasa@jwrc.or.jp

松井 淳 (テーマ I)

630-8528 奈良市高畑町 奈良教育大学生物学教室  
kmatsui@nara-edu.ac.jp

立澤 史郎 (テーマ II)

060-0810 札幌市北区北10西7  
北海道大学大学院文学研究科地域システム科学講座

serow@reg.let.hokudai.ac.jp

河内直子 (テーマ III)

088-1115 北海道厚岸町愛冠 北海道大学厚岸臨海実験所  
nkouchi@sci.hokudai.ac.jp

安田美香 (テーマ IV)

240-8501 神奈川県横浜市保土ヶ谷区常盤台 79-1 横浜国立大学環境情報学

府  
mic.yasuda@kub.biglobe.ne.jp

吉田正人 (テーマ V)

270-0132 流山市駒木 474 江戸川大学  
myoshida@edogawa-u.ac.jp

夏原由博 (結論, 用語の統一)

599-8531 堺市学園町 1-1 大阪府立大学大学院生命環境科学研究科  
natuhara@envi.osakafu-u.ac.jp

## 引用文献

- American Chemical Society (ACS). 2003. Undergraduate professional education in chemistry: guidelines and evaluation procedures. ACS, Washington, D.C. Available from <http://www.chemistry.org/portal/a/c/s/1/general.html?DOC=education%5Ccpt%5Cguidelines.html> (accessed November 2003).
- Barry, D., and M. Oelschlaeger. 1996. A science for survival: values and conservation biology. *Conservation Biology* 10:905-911.
- Callicott, J. B., L. B. Crowder, and K. Mumford. 1999. Current normative concepts in conservation. *Conservation Biology* 13:22-35.
- Cohen, J. E. 2003. Human population: the next half century. *Science* 302:1172-1175.
- Costanza, R. 1991. *Ecological economics*. Columbia University Press, New York.
- Crosby, A. W. 1993. *Ecological imperialism: the biological expansion of Europe, 900-1900*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom.
- Daly, H. E., and J. Farley. 2003. *Ecological economics: principles and applications*. Island Press, Washington, D.C.
- Fleischner, T. L. 1990. Integrating science and passion in conservation education. *Conservation Biology* 4:452-453.

- García, R. 2002. *Biología de la conservación: conceptos y prácticas*. Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio), Santo Domingo, Heredia, Costa Rica.
- Geological Society of America (GSA). 1999. Guidelines for sustainability literacy: the intricacies of living in an interactive world. Committee on Critical Issues, GSA, Boulder, Colorado. Available from <http://bcn.boulder.co.us/basin/local/sustaininguide.htm> (accessed November 2003).
- Gilliard, J. V., J. Caldwell, B. Dalgaard, R. Highsmith, R. Reinke, and M. Watts. 1988. *Economics: what and when*. Joint Council on Economic Education, New York.
- Hunter, M. L. 2002. *Fundamentals of conservation biology*. 2nd edition. Blackwell Science, Abingdon, United Kingdom.
- Jacobson, S., and J. L. Hardesty. 1988. The fourth objective. *Conservation Biology* 2:221.
- Martin, P. S., and R. G. Klein. 1984. *Quaternary extinctions: a prehistoric revolution*. University of Arizona Press, Tucson.
- Massa, R., and V. Ingegnoli. 1999. *Biodiversità, estinzione e conservazione: fondamenti di conservazione biologica*. Unione Tipografico-Editrice Torinese, Libreria, Torino, Italy.
- McCarthy, J. J., O. F. Cansiani, N. A. Leary, D. J. Dokken, and K. S. White. 2001. *Climate change 2001: impacts, adaptation, and vulnerability*. Contribution of Working Group II to the third assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom.
- Meffe, G. K., and C. R. Carroll. 1997. *Principles of conservation biology*. 2nd edition. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts.
- Meine, C., and G. K. Meffe. 1996. Conservation values, conservation science: a healthy tension. *Conservation Biology* 10: 916–917.
- Naess, A., and D. Rothenberg. 1989. *Ecology, community, and lifestyle: outline of an ecosophy*. Cambridge University Press, New York.
- North American Association for Environmental Education (NAAEE). 1999. *Excellence in EE: guidelines for learning (K-12)*. NAAEE, Rock Spring, Georgia. Available from <http://naaee.org/npeee/> (accessed November 2003).
- Norton, B. G. 1987. *Why preserve natural variety?* Princeton University Press, Princeton, New Jersey.
- Orr, D. W. 1992. *Ecological literacy: education and the transition to a postmodern world*. State University of New York Press, Albany.
- Orr, D. W. 1994. *Earth in mind: on education, environment, and the human prospect*. Island Press, Washington, D.C.
- Orr, D. W. 2004. *The last refuge: patriotism, politics, and the environment in an age of terror*. Island Press, Washington, D.C.
- Primack, R. B. 2002. *Essentials of conservation biology*. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts.
- Trombulak, S.C. 1993. Undergraduate education and the next generation of conservation biologists. *Conservation Biology* 8:589–591.

Conservation Biology  
Volume 18, No. 5, October 2004



表1 この章でとりあつかわれる保全生物学のテーマ、第一次原則、第二次原則のまとめ．個々の第二次原則に関連する諸原則の詳細については本文を参照。

テーマ	第一次原則	第二次原則
目標：保全生物学の目標	保全生物学者は地球上の生物のもつ重要な3つの特性：すなわち生物多様性、生態的完全性、生態的健全性を維持することをめざす。	生物多様性は全ての組織レベルにおける生命の多様性の尺度である。 生態的完全性は生物システムの構成、構造、機能の尺度である。 生態的健全性は生物システムの回復力や長期間にわたる自己維持能力の尺度である。
価値：なぜ生物多様性、生態的完全性、生態的健全性は重要なのか？	自然の保全が重要であるのは、自然が内在的価値、有用的価値、心理的価値をもつからである。	評価システムは私達の自然観を決定するが、これは文化内または文化間で異なることがある。 内在的価値とは人間にとっての有用性とは無関係な自然そのものの価値である。 有用的価値は人間にとっての自然の有用性に基づく。 心理的価値とは人間の心理的福利に貢献するものである。
概念：生物多様性、生態的完全性、生態的健全性を理解するための諸概念	保全の理解には、分類学、生態学、遺伝学、地理学および進化学における主要な概念が基礎となる。	すべての生物は互いに関連している。 自然の構成要素は小さな（遺伝子）レベルから大きな（景観）レベルまでの各組織レベルでグループ化されている。 遺伝子は生物を作るための情報を持ち、この情報は生物によって異なる。 生物の基本的単位は種である。 個体群は環境によって制限されない限り指数関数的に増殖する。小さな個体群は大きな個体群より危険な状態にある。 種は個々の歴史や特徴そして人間活動への応答に基づき異なるパターンで地球上に分布している。 群集と生態系は互いに影響しあう種とそれらを取り巻く物理的環境要素の集まりである。 条件と結果が予測不可能であるという意味で自然の挙動は確率論的でありうる。 絶滅はひとつの進化系統の終わりであり、人為的原因および非人為的原因の両者によって起こりうる。
脅威：生物多様性、生態的完全性、生態的健全性を脅かすさまざまな脅威	自然は人間による直接の収穫、生息地の破壊、外来種の持込などの非常に多くの脅威にさらされてきたし今もさらされている。	生態経済学の諸原理は、保全に対する脅威を導いた新古典派経済論のミスを訂正する。 人間社会は絶滅を引き起こし生態系を大きく改変してきた長い歴史を持つ。 人間活動はその頻度、強度、および空間的規模をとおして自然に影響をおよぼす。 種は現在、人間の歴史始まって以来もっとも速いスピードで絶滅しつつある。その絶滅率は化石記録で見ることのできない大量絶滅期に匹敵する。 人間は生息地の破壊や改変、乱獲、外来種の導入によって絶滅を引き起こす。 人間は現在、自然システムに将来深刻な結果をもたらすであろう地球温暖化を引き起こしつつある。 ある種の絶滅は他種の絶滅を引き起こすことがある。 ほとんどの自然システムの現在の状況は、人間活動の結果、過去とは違うものになっている。 なにか「正常な」自然の状態かという認識は、その人自身の経験に影響される。

表1 つづき

テーマ	第一次原則	第二次原則
活動：生物多様性、生態的完全性、生態的健全性の保護と復元	保全には多くの異なる戦略の組み合わせを要する。	<p>絶滅の危機に瀕している種を保護する。</p> <p>生態保護地域の指定。</p> <p>自然システムへの人間活動のインパクトを小さくする。</p> <p>劣化した生態系を復元する。</p> <p>保護繁殖によって増やした個体を野生個体群に返す。</p> <p>野外で捕獲する個体数を規制する。</p> <p>外来種の定着を防ぎ、既に定着した外来種を排除する。</p> <p>政策立案過程を理解し関与する。</p> <p>保全の重要性について教育する。</p>