

千葉県の里山里海の生態系サービスの現状と将来シナリオ

中村 俊彦^{1,2}・北澤 哲弥²・本田 裕子²

¹ 千葉県立中央博物館

² 千葉県生物多様性センター

1. はじめに

千葉県の里山里海の生態系が人々にもたらす資源の供給や環境の調整, さらに人の精神から文化に至る恵み, すなわちいろいろな生態系サービスについて, その現状の把握や要因の分析をおこない, その結果, 千葉県の里山里海の生物多様性及び生態系がしだいに劣化している状況が明らかになってきた. そして生態系サービスにかかわるこの状況は, 里山里海の時代から開発・都市化の時代への時間軸や, 現在の都市域から里山里海域, 奥山域または大灘域への空間軸によっても異なっていることも明らかになった(本田, 2010ab; 北澤, 2010a; 2010b; 北澤・浅田, 2010; 北澤・先崎, 2010; 熊谷・遠藤, 2010; 中村ほか, 2010a; 2010b; 2010c; 2010d; 小倉ほか, 2010; 吉田ほか, 2010).

東京首都圏の一翼を担う千葉県では, 戦後の急激な都市化が, 県内の里山里海に大きな変化をもたらした. 東京湾岸や北総域では人口が増加している一方で, 県南部では過疎化や高齢化が進んでいる地域がある(千葉県総合企画部統計課, 2009). 里山里海が開発によって都市域になった所をはじめ, 都市化進行地域および過疎高齢化地域の里山里海いずれの地域においても生物多様性と生態系は衰退・劣化が進みつつあり, 地域の人々の暮らしとその将来に対し大きな課題となっている.

このような千葉県の里山里海の状況を生態系サービスの視点から総括するとともに, 人間の福利とのかかわりにも注目し, さまざまな生態系サービスの現状および課題, またその変化の要因及び相互の関係性を整理した. さらに国連ミレニアム生態系評価プロセスにおける将来シナリオ(Millennium Ecosystem Assessment, 2005) を作

成した.

2. 社会的地域別にみた生態系サービスの現状と課題

生態系サービスの3つ, 供給, 調整, 文化の各サービスについて, 社会的地域区分による現状と課題を記述した. なお, 社会的市域区分については, 北澤(2010a)により, 市町村のレベルにおける都市域は人口密度4000人/㎢以上, 都市化進行地域は人口密度100~4000人/㎢かつ人口増減率5%以上, 過疎高齢化地域は人口密度100~4000人/㎢かつ人口増減率-5%未満, また奥山域は人口密度100人/㎢未満とした.

1) 都市域

戦争での荒廃が著しかった戦後復興は, 旧市街地から始められた. 都市の復興・開発は, 主に商工業用地としての湾岸の京浜地区・京葉地区をはじめ, 住宅地またベッドタウンとして周辺の内陸地域に拡大していった. 高度経済成長1970年代から2000年代にかけての都市開発では, 里山里海域の干潟や水田が埋め立てられ, また畑や森林が造成され, その自然環境は急速に人工構造物に置き換えられていった.

森林が失われ, 水辺環境も人工化していくことによって生息・生育環境を失った在来生物の多くが都市域から姿を消した. 都市環境では, 大気汚染や水質汚濁等の環境汚染やヒートアイランドの温暖化も進行した. 都市環境に適応した在来の動植物もみられる. ムクドリやハシブトガラスは都市鳥として都市の公園や緑地に大きな個体群となって生息している. 都市公園などでは海外から多くの緑化植物が導入された. このような状況

によって、都市域では在来種に代わり帰化植物、移入動物などの外来生物の増加が著しい。

農耕地や漁場が大きく失われてしまった都市域では、1970年代までに生態系の供給サービスも大きく減少した。また大気・水環境の安定・浄化にかかわる生態系の調整サービスも大きくその機能を低下した。さらに地域の伝統的な行事や文化・芸術、そして土地に根ざした知恵や信仰も失われてきた。したがってグローバル化や情報化社会の到来等によって、文化サービスについても大きく低下した。

2) 里山里海域の都市化進行地域

都市化進行地域は、都市域の縁辺部および隣接域等に位置し、宅地、工場用地、商用地等の市街化区域や道路・交通網の拡大による自然環境の破壊や汚染が進んでいる。都市化の進行に伴って森林や農地は減少し、多くの在来種に危機が迫っている。また、都市域と同じように外来種の進入が著しい。カミツキガメやアライグマ等のペット動物の野生化をはじめ、帰化植物も増加している。

農地においても土地改良や農法の変化も生じている。農業の近代化等によって生産性が上がり、それに伴って生態系の供給サービスも増加してきた。しかし、1970年以降は頭打となり、近年では農業の経済性の低下や担い手不足等によって農業による供給サービスは減少傾向となっている。都市化の進行は、大気環境や水質・水辺環境にも大きく影響し、調整サービスについても減少傾向にある。

このような都市化進行地域では、伝承技術・民間信仰・慣習・年中行事などが比較的に残されてきた所も多いが、全体的には減少してきている。最近では地域に根ざした文化を見直す機運も生まれてきているが、都市化進行地域における文化サービスの減少は続いている。

3) 里山里海域の過疎高齢化地域

過疎高齢化地域は、都市域及び都市化進行地域から距離をおいた地域、とりわけ丘陵や半島南部の海岸に位置し、人口流出と少子化等により過疎化、高齢化が著しい地域も多い。

土地利用では、1950年代から1970年代にかけて、水田・山林面積はほぼ横ばい、その後2000年代にかけては山林面積とも宅地面積は横ばいであるが、水田面積は減少傾向を示す。そのようななか、過疎高齢化地域では、今もなお多くの在来種が生息・生育する。都市化の進む地域では絶滅危惧される種もこの地域ではまだ多くみられる。

この地域は、農林漁業の重要地区としてかつて土地改良など農業の近代化政策が重点的に行われてきた。しかし、米や木材の価格の低迷、農林業従事者の高齢化等によって、その資源の利活用の停滞が顕在化している。特に耕作放棄農地や施業遅れの林地が増大し、いわば里山の奥山化による森林の高齢級化、常緑広葉樹林化、また竹林の拡大と荒廃、人工林の手入れ遅れ等が顕著になっている。その結果、林床植生の貧弱化、病虫害、外来生物種の侵入などが生じ、シカやイノシシ等の野生鳥獣による農林業被害も深刻化している。

近年では、荒れた農地や林地では風雨による地形崩壊もおきやすくなり、さらに産業廃棄物の不法投棄もみられる。このような状況は生物多様性の劣化、また二酸化炭素吸収能の低下等により、生態系の供給サービスは急速に低下している。ただ農耕地の放置等に関しては生態系のポテンシャルが上昇しているとの見方もある。しかし調整サービスについては低下傾向が顕在化している。

過疎高齢化地域では、他地域に比べ伝承技術や民間信仰、慣習・年中行事などは良く残されてきた地域である。しかし、近年、都市的な生活文化の影響のほか、過疎化による担い手不足もあり、伝承技術の継承、年中行事などの実施は減少している。すなわち、過疎高齢化地域における文化サービスも減少傾向といえる。

4) 奥山域・大灘域

奥山域は、過疎高齢化地域のさらに上流の原生的自然が残る水源域等が位置づけられる。土地利用および自然状態については、かつては炭焼き、採草地、放牧地として利用されてきた場所もあったが、その後未利用の所が増え、レジャー開発されている場所もある。

奥山域の生態系サービスの潜在力は大きく、そのポテンシャルを活かし、今後は新たに“人が自然と折り合いをつける場所”としての活用も考えられる。しかし、奥山域また大灘域は、豊かな生物多様性のレフュージア（避難場所）であり、その最も原生的また健全な生態系を保証するエリアとしての位置づけが重要である。

5) 生態系サービスの全体的傾向

千葉県における 1950 年以降の生態系サービスについては、以下のように整理される（図1）。農林水産物や木材、水等の資源の供給サービスは、一次産業の技術革新や基盤整備に伴って、高度経済成長期の前期は上昇傾向であった。しかし、1970 年頃にピークを迎え、それ以降は自然環境の悪化や経済状況の変化等によって、供給サービスは低下傾向にある。調整サービスについても、自然環境の破壊や汚染、さらには温暖化の傾向が強まり、一貫して減少傾向にある。さらに文化については、高度経済成長前期には情報化、グローバル化ともあいまって、地域の生態系からの文化サービスは大きく減少した。最近では、地域本来の文化や伝統を見直す気運も生まれ、その減少傾向はやや緩やかになっている。

以上、現在ではいずれの生態系サービスも減少傾向にあり、この状況は少なからず人間の福利にも影響してきていると考えられる。また、この状況が改善されなければ、里山里海の生活者のみならず、都市生活者にもその福利面において大きな影響が生じると推察される。

3. 人間の福利の現状と傾向

人間の福利は、自然環境及び社会環境からの

影響とともに各個人の資質や人間性ともかかわる多種多様な要因の総体としてもたらされる。その中で広範かつ普遍的に関係する要因として3つの生態系サービスが挙げられる。この3つの生態系サービスともかかわりの深い3つの要素、すなわち、供給サービスとのかかわりから「物の充足度」、また調整サービスとのかかわりから「環境の快適度」、さらに文化サービスとのかかわりから「精神の健康度」の3つを人間の福利をあらわす要素とし、その変化を概括した。

1) 物の充足度

供給サービスは、生態系からの物質的な恵みとして人間が享受するものであり、福利の指標としては物の充足度と強いつながりがある。ここでは、物の豊かさの指標として一般的に使用される国内総生産（GDP）と、生態系から受け取る物の中でも人間の生存における最重要要素の一つである食糧の合計量である国内消費仕向量を指標とし、戦後の変遷を見た（図2、図3）。

国民一人当たり実質 GDP は、国内で生産された物やサービスの付加価値の合計であり、物価変動を取り除いた値である。この GDP の値は、1955 年以降右肩上がり増加を続け、1990 年代にやや頭打ちとなったものの、2000 年以降は再び増加傾向となっている。一方、国内消費仕向量は、食糧消費量の指標として用いられ、自給率の計算などに使用される。国民一人当たり国内消費仕向量は、1960 年以降増加を続けたが、1970 年代後半には頭打ちとなり、1990 年頃からは漸減傾向となった。GDP には物だけでなくサービスも含まれるため、三次産業が発展することによって近年も増加を続けている。しかし、人間に

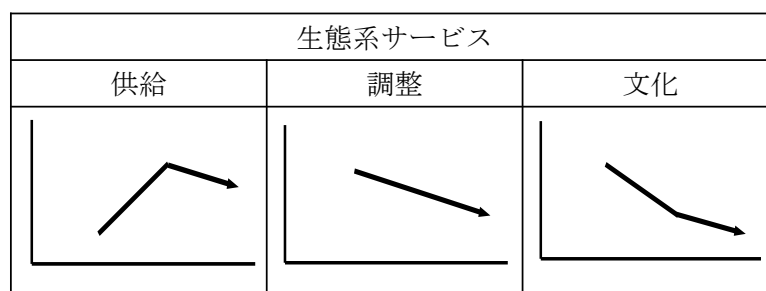


図1 生態系サービスの全体的傾向。1950 年代から 1970 年代を挟んで 2000 年代にかけての変化を総括した

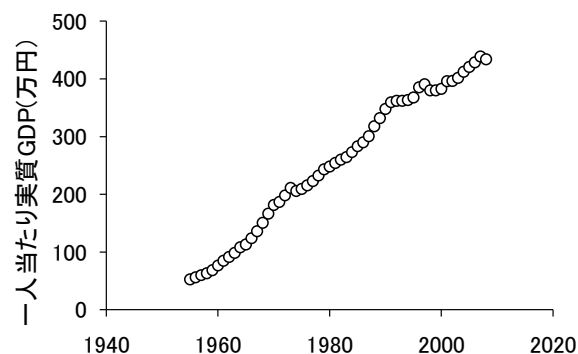


図2 国民一人当たりGDPの推移（資料：内閣府四半期別GDP速報）.

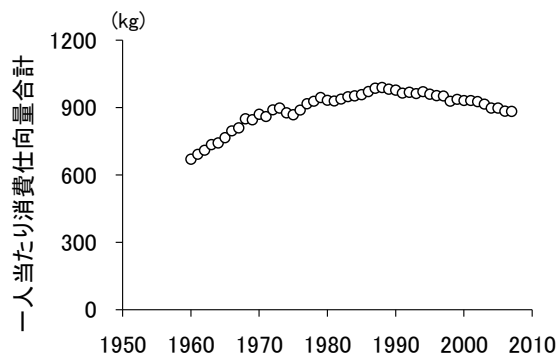


図3 国民一人当たり消費仕向量の推移（資料：農林水産省食料需給表）.

とって必要不可欠な物である食糧に関してみると、1990年代以降は十分に満たされた生活を送れるようになったと言える。

2) 環境の快適度

調整サービスは生態系プロセスから得られた便益であり、人間にとって有益な環境を作り出す。そのため、福利の指標としては環境の快適度と強いつながりがある。ここでは、人間にとって快適な環境の中でも、人間の健康や生存にかかわる公害に対する苦情件数を福利の指標とし、戦後の変遷を見た（図4）。苦情件数が少ないほど、人間にとっての環境の快適度が高いといえるため、苦情件数は実際の人間の福利とは逆数の関係にある。ここでは、七大公害の中でも苦情件数が多く、また生態系の調整サービスともかかわりの深い水質汚濁と大気汚染を取り上げた。

1966年以降、水質汚濁に対する苦情件数は約2200件から急激に増加し、1970年代前半に

約16,000件でピークを迎える。その後、1980年代前半までの間に8,000件前後まで減少した後、現在まではほぼ横ばい状態が続いている。一方、大気汚染に対する苦情は、水質汚濁と同様、1966年から急激に増加して1970年代前半にピークを迎える。その後減少に転じ、1980年代後半からはほぼ横ばい状態となった。しかし、1990年代末に発生したダイオキシン騒動を契機に、件数が著しく増加し、現在はやや減少傾向が見られる。

このように、水質汚濁と大気汚染では、近年のパターンで違いが見られるものの、1960年代からの変遷はかなり類似している。すなわち、環境の快適度という人間の福利は、1960年代後半から急激に悪化して1970年代前半に最も悪い時期を迎えた。しかし、その後は、1980年代前半までの間に一定レベルまで回復したといえる。流域の都市化が最も早く進んだ河川の水質が1960年代に悪化した後、下水道等の普及に伴って回復した状況がみられるが、これは水質の面からこうし

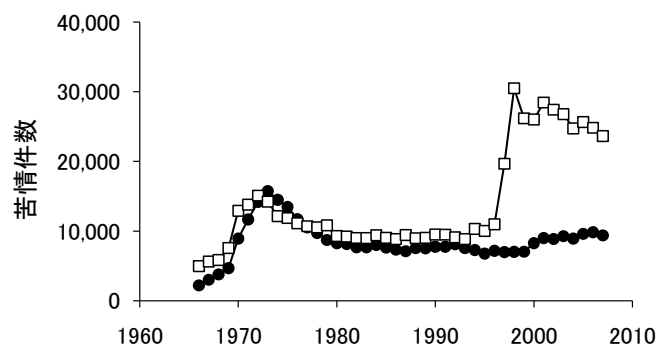


図4 公害苦情件数の推移（資料：公害等調整委員会年次報告書、2000；2007）.

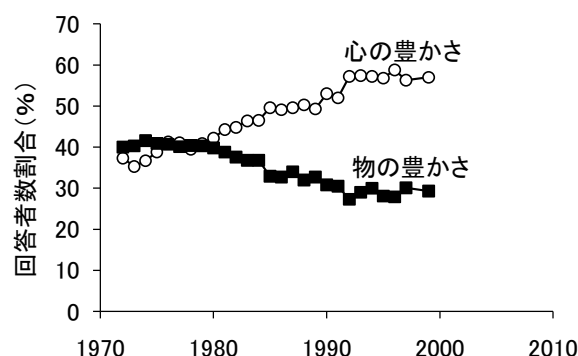


図5 「心の豊かさ」「物の豊かさ」の回答の変遷
(資料：内閣府世論調査)。

*心の豊かさ：物質的にある程度豊かになったので、これからは心の豊かさやゆとりのある生活することに重きを置きたい。

*物の豊かさ：まだまだ物質的な面で生活を豊かにすることに重きを置きたい。

た福利の変動パターンを裏付けていると言える。

3) 精神の健康度

文化サービスは、人々が生態系から受ける非物質的な恵みであり、人間の福利の中でも精神面と強く結びついているといえる。戦後、日本はより豊かな生活を求め、経済大国とまで言われるようになったが、都市化に伴い自然とのかかわりの機会が減少することにより、健康や安全に影響が生じている(本田, 2010a)。

現在、物質的な豊かさよりも、心の豊かさを求める人々が増えてきている。内閣府の世論調査(2009年6月「国民生活に関する世論調査」)では、今後の生活において、「これからは心の豊かさ」と答えた割合が60.5%、「まだ物の豊かさ」と答えた割合が30.2%となっている。1972年では、「まだ物の豊かさ」が上回っていたが、1970年後半にはほぼ同じとなり、1980年代以降、「これからは心の豊かさ」が増加している(図5)。

心の豊かさを求める割合が増加している背景には、物の豊かさがある程度満たされていることが前提にあるが、近年、自殺や精神疾患などの心の健康が問題視され、これまでの物の豊かさを最優先にしてきた社会のあり方に疑問が投げかけられている状況がある。自殺については、戦後の混乱や貧困、価値観の変化などにより、1955年

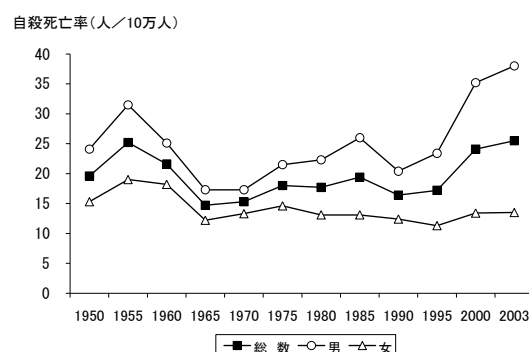


図6 全国にみる自殺死亡率の推移(資料：厚生労働省「自殺死亡統計の概況」)

前後の自殺率は高く、その後は安定した。しかし、近年では、自殺による死亡率が上昇し、特に男性の自殺が急増している(図6)。このような状況をふまえ、戦後の復興等により、一度高まった精神の健康度も1990年代以降は一貫して低下傾向にある。

4) 福利の現状と傾向に関する総括

日本における戦後の人間の福利の変化については、図7のように整理することができる。物の充足度は、戦後の復興により増加したが、1990年代からは高止まりしている。環境の快適度は、環境問題、公害の発生等により1970年代前半に大きく低下したが、その後の対応によりやや回復した状態で現在に至っている。精神の健康度については、戦後まもなくは低く、その後、物の充足等に連動して上昇したが、その後の経済の低迷や地域文化の衰退等の影響により、精神の健康度は再び低下しているといえる。

4. 生態系を改変させる要因

国連ミレニアム生態系評価では生態系を改変する要因を大きく「間接要因」と「直接要因」に分け、各レベルでの要因の内容の分析をおこなっている。ここでは、この2つのレベルでさまざまな要因についてその内容を整理するとともに、関東・中部クラスターのメンバー、すなわち、井上祥一郎(伊勢・三河湾流域ネットワーク)、野村英明(東京大学)、佐土原聡(横浜国立大学)、佐藤裕一(横浜国立大学)、林しん治(海辺つくり研究会)、大久保達弘(宇都宮大学)、小倉久子(千

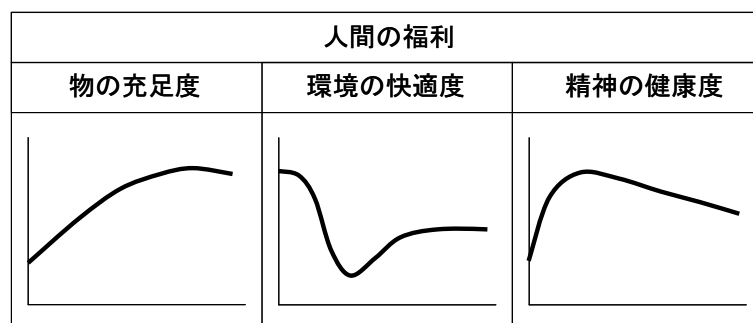


図7 人間の福利の全体的傾向。1950年代から1970年代を挟んで2000年代にかけての変化を総括した。

千葉県環境研究センター)の方々との議論も踏まえ、各要因間の関連性についても言及した(図8)。

1) 間接要因

(1) 人口に関わる要因

千葉県の人口は戦後、急増した。特に1960年からの増加は著しい。その増加は1990年代以降には頭打ちになったが微増の傾向は続き、現在では600万人を超え、都道府県レベルでは全国6位の人口となっている。日本全体の人口では2005年をピークとして減少に転じたが、千葉県の人口は2010年がピークになると推定されている(本田, 2010b)。

都市人口の増大と産業経済の都市への業務集中が進み、一方では減少する地域も顕在化する。すなわち都市への人口集中と過疎化が同時に進んできた。特に農村域では、都市の二次産業および三次産業の担い手として、若者が農村を離れ、その結果、一次産業従事者は大きく減少した。また、1990年代のバブル経済の崩壊が国内産業を空洞化させ、地方での雇用力が失われ、若者の地方離れと都市への集中がさらに進んだ。

全人口に対する65歳以上の高齢者が占める割合(高齢者率)は、出生率・死亡率の減少を背景に増加している。その傾向は都市域および里山里海地域いずれも同様である。このような人口の変化は、人口の集中地域では、市街化に伴う土地利用や地形の改変、大気や水質等の汚染、ヒートアイランド、外来種の侵入機会増大等といった直接要因と結びつく一方、過疎高齢化地域では、農地・林地等の管理不足の原因となっている。

(2) 経済産業に関わる要因

戦後、1950年代～1970年代前半にかけての日本経済は急成長した。国民総生産額や一人当たり総生産額も増加する。その背景には、国内市場の拡大や技術革新、豊富な労働力などがあった。この高度成長の結果、産業構造の変化や貿易の自由化促進などで日本経済は大きく変化し、所得の増加や、消費活動の活発化し、「大量生産・大量消費」の社会がもたらされた。

1960年頃から一次・二次産業の生産が増加し、特に三次産業は著しく増加した。その後、二次産業は1990年代をピークに減少に転じ、三次産業は2000年を境に増加速度が鈍っている。一方、

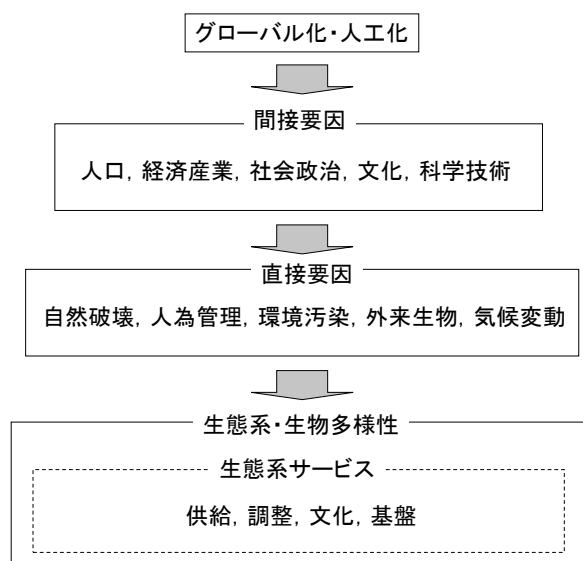


図8 生態系サービスと変化の要因

一次産業は横ばい状態である。都市域を中心とした二次・三次産業の発展は、都市への人口集中を促進した。

世界的には、保護貿易主義の見直しを背景に、輸入を自由化する方向になり、結果として木材や農林水産物の自由化が促進された、その結果、農林水産物の海外依存と国内の農林漁業の低迷が生じた。さらにIT革命が進み、グローバル金融と情報ネットワークを基盤とした情報産業が拡大した。

（３）社会政治に関わる要因

戦後の食料需要の急増と農地解放、外地からの引き揚げ等により農業人口が増加した。農業生産の向上を目指した近代化政策の結果、農業生産は増加したものの、農家は減少し、農村部の若齢人口は都市へ流出した。また日本人の食生活の変化による米需要の低下が生じ、その結果、1974年以降、水田の生産調整が開始された。そしてにコメの小売価格の自由化、1980年代には、農産品の輸入の自由化が始まる。さらにこれまでの日本農業における補助金政策が見直され、農家経営の厳しさが増すなかで耕作放棄も進んだ。

戦時中の乱伐による森林荒廃に台風の襲来が重なり、大きな自然災害が多発する。このため、森林地域では、水源の確保や戦後復興に伴う木材・薪炭需要とあいまって、精力的に植林事業および拡大造林事業が展開された。林業的には1960年代の木材の輸入自由化により外材需要が拡大、材価が低迷し、管理放棄の森林も増大した。

河川や海域では、利水事業、治水事業が進められた。1962年には日本列島全域を対象とした総合的開発を目的に、全国総合開発計画が策定され、工業地帯の整備や鉄道・高速道路など大規模な開発が全国的に行われた。また、1987年にリゾート法も制定され、各地の里山里海が開発対象となり環境破壊の問題も引き起こした。

河川や港湾については、洪水対策や電源開発、水供給を目的とした整備事業が多数実施された。ダムや堰、護岸整備といった整備に伴い、水辺環境が劣化・衰退し、地域住民と河川とのつながりも希薄化した。

1960年代以降、公害が大きな社会問題となり、

環境に対する国民の意識は大きくなった。1971年に環境庁が発足、千葉県では1974年に環境部が発足する。国は1993年に環境基本法を制定、1995年には第一次生物多様性国家戦略を策定し、2007年には第三次の戦略とした。千葉県は2008年3月に都道府県レベルでは初の生物多様性ちば県戦略を策定した。そして2008年6月には、国の生物多様性基本法が制定される。このような状況のなか自然環境の保全・再生のための法や条例の整備がおこなわれてきた。最近では市民・NPOなどさまざまな主体による具体的取り組みを支援する政策も多くなってきている。

（４）文化に関わる要因

戦後の近代化による生活様式の変化は著しく、衣食住の欧米化をもたらした。長い伝統で育まれてきたそれまでの日本人の生活の知恵や様式の多くが姿を消した。食生活についても、パンの普及やファーストフードに代表される食の欧米化は、ムギの穀物輸入の急増の反面、米消費量の減少、さらには日本の伝統的な食文化の衰退にもつながった。また、「食の外部化」や「中食産業の勃興」、「『食』と『農』の距離の拡大」などの現象が食をとりまく環境を大きく変化させてきている。日本人の1人あたりの消費カロリーは、1950年代から2000年代に至るまではほぼ横ばいであるが、内実は脂質摂取の増加、炭水化物摂取の減少など食生活は大きく変化している。

高度経済成長に伴い、社会が大量生産大量消費型に変化した。生活様式の近代化とあいまって、資源の外部依存が高まる。長く続けられた日本人の自給自足や地産地消の生活・生業は、産業構造の変化に伴い衰退した。そもそも、生業とは、生きるために食べる、食べるための活動を意味すると考えられている。しかし、現在では「生業」という言葉はあまり用いられず、「仕事」「職業」という言葉が一般的になっている。この「仕事」「職業」は、「食べるための活動」という意味合いよりも、「お金を稼ぐための活動」や「自己実現のための活動」など、金銭的、また社会的な意味合いが強い。

かつて日本では、自然に対する畏敬の念を抱き、自然に対する信仰意識も強かった。このよう

な意識は自然資源の管理利用にも関係し、自然を守り大切にす文化を育んできた。しかし科学・技術の進歩や近代的な産業の発展により、畏敬の念や信仰意識は急速に薄れ、その意識の低下は、資源の乱獲や自然環境の破壊や汚染にもつながっている。

（５）科学技術に関わる要因

土木・建築等の工業技術の発展は、土地造成や海岸の埋立を容易にし、化学工業の発展は多様な化学物質を生み出した。このような状況は、都市化、人工化を促進させ、自然環境の改変や環境汚染にもつながった。さらに近代的な科学・技術は化石燃料をはじめ資源・エネルギーの大量消費と外部依存の構造をつくり、CO₂排出の増大、さらには地球温暖化へと及んでいった。

家庭で使用されるエネルギー量は、戦後一貫して増加傾向を示してきた。戦後しばらくは薪炭への依存度が高かったものの、1955 年以降、薪炭の利用が減少し、電気やガス、灯油などの使用が増大した。主要エネルギーの化石燃料への移行は、薪や炭の生産の場であった雑木林や灌木林などの経済的価値を大きく低下させ、その結果、森林・林地の管理放棄につながった。

農業や漁業などの一次産業では、機械化や化学化により生産効率が大きく向上した。農業では、圃場整備や用水路整備、農薬・化学肥料の投入、機械化・温室設備設置などが推進された。農業の機械化は労働効率を急増させたが、一方では機械の導入のために圃場整備等の農地改変を伴い、肥料や農薬の使用量も増加させ、生物多様性及び生態系への影響は著しく増大した。林業でも高性能林業機械による効率化が図られた。漁業では、漁法の改良や船のディーゼル化・大型化が進められたが、資源管理の課題は増大した。

船や飛行機が大型化・高速化するとともに、船舶数や航空機数の増大に伴い、物資の輸送力が格段に向上した。1990 年代に入って、インターネットが急速に普及し、高度情報化社会が出現した。地球規模で情報が結ばれるIT革命は、人間社会の価値観や生命観、また人の心の有り様にも大きな変化をもたらしてきている。

２）直接要因

直接要因とは、生態系および生物多様性に直接的に影響を及ぼし、これらの変化を通して生態系サービスを変化させ、人間の福利にも影響する要因をさす。しかし、グローバル経済の進んだ現在の日本では、これらの要因は、生物多様性及び生態系を劣化させ、そのサービス機能を低下させるということだけでなく、人間が生態系サービスを利用しなくなり、その結果として生物多様性及び生態系そのものが変化している状況もある。ここでは、後者のプロセスも含め、直接要因を5つのカテゴリーのなかで整理した。

（１）自然破壊に関わる要因

土地利用の改変は、その場所の生態系を全く異なるものに変化させてしまい、生物多様性及び生態系に大きく影響を及ぼす。特に地表面が人工物で被覆される市街地等への改変は、生態系を極端に貧弱な都市生態系へと変化させ、生態系サービスの著しい劣化につながる。戦後、農地や森林の面積は大きく減少し、里山の消失や分断化が進んだ。この傾向は特に都市化域で著しい。里山的土地利用から都市的土地利用への変化は、生物の生育・生息環境を面積的に減少させる。また、自然環境の分断化は動物の生息域（ハビタット）としての質も低下させた。これらの複合的影響は、地域の生物多様性を衰退させ（北澤，2003）、生態系サービスを減少させる大きな要因となってきた。

1950 年代以降、東京湾が急速に埋め立てられ、東京湾内湾の干潟のほとんどはコンビナート等の工業地帯となった。また、漁船の機械化に伴う漁港整備や、レジャー行楽地としてのヨットハーバー整備なども進められてきた。こうした海岸域の土地利用変化は、陸域から海域にかけての生物の生育・生息空間の連続性を断ち切り、塩性湿地や干潟、アマモ場といった海岸域特有の生態系を破壊し、生物多様性を劣化させてきた。これら海岸域の干潟や藻場は、豊かな漁業資源の供給源となっており、その破壊・消失はアサリの漁獲量などの海産資源による供給サービスを大きく低下させた。

干潟の底生生物等による水質浄化能力は非常

に大きいものであるが、埋め立て等による干潟の減少はこのような調整サービスを低下させる要因となった。さらに、埋立地は工場立地などに利用されたため、一般の人の海へのアクセスが制限され、人々にとっては文化サービスの低下をも引き起こした。

戦後復興期には、台風による洪水などの自然災害が多発したことを受け、各地で河川改修事業が進められた。高度経済成長前期に入り、都市化が進み流域人口が増大すると、流域の保水機能が低下して、都市域で洪水が頻発する状況が生まれた。こうした災害を防ぐために河道整備を主体とした治水工事が進められた。これらのような河川整備は、治水能力を向上させて人間の福利を高めてきた反面、水辺の生態系を破壊してきた。河川・湖沼に作られるダムや堰は、水の流れや土砂の堆積を変化させ、水系の分断は生態系に大きな影響を及ぼす。ダム湖では、ケイ藻の発生によるシリカや泥土の沈殿は、下流や海域にシリカ欠損や濁水による生態系への影響が明らかにされつつある（井上・赤木，2006；野村，1995）。このような状況をふまえ1990年以降、環境に配慮した多自然型川作り等も進められるようになった（千葉県県土整備部河川計画課，2007）。

高度経済成長、輸送技術の発達などにもない、東京湾は大量の物資輸送の場となり、大型船舶の通航可能な港湾・航路整備が、1960～80年代にかけて著しく進んだ（三番瀬再生計画検討会議事務局，2004）。航路や埋め立てのための浚渫跡など、周辺の海底よりも深く抉られた地形が作られることにより、窪地に硫化水素を含む貧酸素水塊が溜まる。これが風や潮の影響で海面に上がり青潮となって魚介類に被害を及ぼす状況になった。

戦後、農作物の生産性向上を目指した土地改良法が1949年に制定され、圃場整備やかんがい排水などが進められ、整備面積は増加する一方、生態系には大きな影響を及ぼした。土地改良に伴って機械化や化学化が進められ、その結果、稲作などは労働生産性や単位面積当たりの収穫量を増大させ、供給サービスを高めてきた。しかし、投入エネルギー量に対する収穫エネルギー比は大きく低下し、農業のエネルギー効率は

大きく低下した（宇田川，1976）。また、乾田化や水路のコンクリート化は農薬使用等とも重なり、魚類や両生類など水辺環境に依存する動植物が消失している。

（2）人為管理に関わる要因

里山では、農作物や薪などの供給サービスを得るために、薪炭林や水田、茅場といった二次的な植生が維持管理され、それに伴う調整サービスや文化的サービスも享受してきた。しかし戦後になって、人間社会の変化により、こうした生態系の供給サービスの需要が低下し、生態系の維持管理が行われなくなってきた。

厳しい農業経営による耕作放棄の増加は、都市化進行地域および過疎高齢化地域のいずれの里山においても顕著である。こうした耕作放棄地の増加の背景には、先述した食生活の変化や、輸入農産物への食料依存も大きな要因となっている。

かつて里山の森林においては、炭や薪、堆肥利用のために、コナラなどの落葉広葉樹林やマツ林、灌木林などが維持され、定期的な伐採、下刈り、落ち葉かきなどの管理が行われていた。しかし、化石燃料の普及に伴って、それまでの生態系の供給サービスの多くは不必要となり、土地管理がされなくなるとともに、他の土地利用への転換が進んだ。

管理が放棄された林地では遷移が進行し、常緑のシイ・カシ類といった極相構成種やタケ・ササ類が侵入・繁茂することで、林床植物の多様性が低下した（中静・飯田，1996）。このような人間社会の変化に伴う生態系サービスの利用低下は、屋根葺き用の草地や肥料、牧草の採集を目的とした茅場、木材供給サービスのためのスギやヒノキの人工林などでも見られる。

漁業技術や輸送技術の発展は、漁獲量を増大させる要因となった。漁獲量の増大は、過剰な漁業資源採取につながり、漁獲量を減少させることがある。例えば、千葉県夷隅郡の器械根では、アワビ資源の変遷が詳細に調べられ、50t前後の安定収穫期が続いた後に1960年代後半から70年代後半にかけて100tを大きく超える漁獲量を揚げた。しかしその結果、資源量が減少して漁

獲量も大きく減少し、禁漁処置にまで至った（田中・橋本，2006）．ラン科植物など観賞価値の高い植物は、選択的に盗掘圧にさらされており、生育地の減少などとあいまって絶滅危惧種に指定されているものが多い．

（３）環境汚染に関わる要因

工場や自動車などから排出される硫黄酸化物や粒子状物質の濃度は、1970 年代前半をピークに減少したものがあ一方、窒素酸化物や二次汚染物質により生じる光化学スモッグなど、1970 年代以降も横ばいか漸増傾向のものもある．こうした大気汚染物質の濃度が上昇すると、健康被害が生じ、農作物への被害（硫黄酸化物による梨被害、光化学スモッグによるイネ、サトイモなどへの被害）も生じる．

戦後の急激な工業化は、重金属などの有害物質の河川や内湾への排出量を増大させた．東京湾に堆積する底泥を調べた結果、鉛やヒ素、カドミウム、水銀といった重金属や PCB などは 1970 年前後にピークを持つ（松本，1983；Yamashita *et al.*, 2000）．こうした物質は、大規模な漁業被害や公害のような健康被害を引き起こす要因となった．東京湾では 1950 年代に、工場排水による大規模な水産被害が生じた．1959 年制定の水質保全法と工場排水規制法、1970 年制定の水質汚濁防止法など法的整備が進み、有害物質の製造や使用が禁止されるなど、対策が行われた結果、これらの有害物質多くはその濃度を低下させている．

しかし、1969 年に散布が完全に禁止された農薬の有機水銀が、未だ土壌中に残留し、降雨時などに東京湾への流出があり（Sakata *et al.*, 2006）、東京湾の海底堆積物を調べると 1972 年に使用禁止になった PCB 群は、確かに年代測定では 1970 年あたりをピークに減少しているが、最高値の 30% レベルで今も検出され、これは河川－河口－内湾系で再移動している（真田ほか，1999）．また、湾奥工業地帯の港湾にはダイオキシンがスポット的に大量堆積している事例があり（吉澤ら，2006）、これらの複合的な生態系サービスへの影響についても評価の必要性が出てきている．

水質に関する調整サービスの項で述べたように、栄養塩の流入負荷量は一時期増加したものの、1970 年以降、下水道が徐々に普及するに伴って減少してきた．しかし、依然として多量であることに加え、干潟・浅海域面積の減少によって、栄養塩を消費・利用する付着珪藻や植物プランクトンを摂餌するアサリなどの底生生物が減少し、その結果、水質浄化機能は低下した．

青潮は、溶存酸素不足と硫化物の毒性により、魚介類に大きな被害を与える．東京湾における青潮は、1980 年代前半に年 10 回前後発生していたが、2000 年代には年平均 4 回程度と減少傾向にある（環境省総合環境政策局，2005）．青潮は、富栄養化により増加したプランクトンの死骸などの有機物が分解され、周囲の酸素が消費され、貧酸素水塊が発生し、さらに硫酸還元菌が海水中の硫酸イオン（ SO_4^{2-} ）を利用して硫化水素（ H_2S ）をも発生させる状態である．東京湾では、航路確保や埋め立て用に海底の浚渫が行われ、海底に窪地が存在しており、これらの窪地が貧酸素水塊を発生させやすい要因となっている．

濁水は、砂より細かい「シルト・粘土」が主体で、底質の細粒化（ヘドロ化）や透明度の低下を引き起こす．海水の透明度の低下は、海草・海藻類の光合成を阻害することで海中林の衰退をまねく（横浜，2001）ほか、岩礁部への土砂堆積は海藻類の遊走子着生を障害するとされ、原因はダム濁水が多い（荒川，2008）．また海域に影響する濁水は、間伐遅れの人工林からの表土流出や代掻き時の水田水、さらに合流式下水道の降雨時排水などもその原因となる．

ケイ素（シリカ）欠損は、窒素・リンが増加する一方、天然鉱物由来のケイ素の量は変化しないため、河川下流域に流下する水に含まれる窒素・リンに対するケイ素の相対比率が低下する．その結果、ケイ素を必要とする珪藻が減少し鞭毛藻が卓越するようになる（Tilman, 1977）．珪藻は魚介類にとって重要な餌プランクトンである一方、鞭毛藻の増加は赤潮発生にも関与する．ケイ素への注目度は低いものの、近年になって流域圏の視点から、その重要性が注目されるようになった．地下水の珪酸濃度は高い（井上・赤木，2006）ことから、雨水が土壌通過をすることで珪

酸が付加される（深見ほか，2009）．近年のケイ素濃度低下の原因として，ダム等の河川構造物があげられる．ダム等が滞留水域を作ると，その水域に窒素・リンがあれば淡水珪藻が発生してケイ素が消費され，その分だけ下流へのケイ素供給量が減少（Humborg *et al.*, 1997；井上・赤木，2006）することになる．

農業肥料や畜産業から溶出されると見られる硝酸体窒素，トリクロロエチレンなどの有機溶剤の投棄，産業廃棄物からの浸出などにより，土壌が汚染され，地下水の汚染を引き起こしている状況がある．地下水の汚染により，飲み水を通した健康被害などが懸念されている．また，国内における農薬生産量は，1950年代後半から著しく増加した後，90年代以降減少に転じている（農林水産省消費・安全局農産安全管理課・植物防疫課，2006）．農薬は，単位面積当たりの収穫量の増加や除草作業の短縮に大きな効果をもたらしたが，農地に生息・生育する動植物を減少させ，またかつての農薬起源の化学物質については蓄積された農地等からの流出による汚染の広がりも懸念されている．

（４）外来生物に関わる要因

競争能力の高い外来生物の侵入は，資源獲得競争を通じて在来種の生残に大きな影響を及ぼす．例えば，オオブタクサやシナダレスズメガヤ，ハリエンジュなど，外来植物の増加に伴い，在来種の種数やバイオマスの減少が報告されている（宮脇・鷲谷，1996；村中・鷲谷，2001；前河・中越，1997）．

オオクチバスなどの肉食の外来生物は，在来生物を捕食することで，餌となる在来種個体群に大きな影響を及ぼす．茨城県牛久沼（新谷・渡邊，1990）では，オオクチバスは，テナガエビやアメリカザリガニといった甲殻類，モツゴやヨシノボリなどの魚類を餌としている．オオクチバスやブルーギルは全国的に広く分布しており，在来の甲殻類や魚類種の減少要因となっている（細谷，2007）．千葉県印旛沼では，1994年以降，これら外来2種の捕獲数が減少したのに代わり，モツゴなどの在来の小魚やテナガエビの漁獲量が増加した（白鳥，2006）．東京湾盤洲干潟では，

2007年にアサリ等の二枚貝が大量斃死して地元漁協が採取した貝類が出荷停止に追い込まれたが，この原因はカイヤドリウミグモの寄生と考えられている（多留ほか，2007）．

在来種に近縁の外来種が侵入すると，在来種と外来種とが交雑する可能性が高まる．交雑個体が不稔でない場合，在来種個体群の遺伝子に外来種個体の遺伝子が組み込まれ，遺伝的汚染が生じる．アカゲザルは同属であるニホンザルと交雑することが知られている．このアカゲザルが定着している千葉県房総半島南部では，すでに両種の交雑個体を含む群れが確認されており（川本ほか，2004），在来のニホンザル個体群の遺伝的特徴が失われることが懸念される．

外来生物の侵入は，時に甚大な病気被害を在来種にもたらす．外来生物自体，あるいはその外来生物が保有する病原菌や寄生虫が引き起こす病気は，在来生物がこれまでに経験したことのないものである．そのため，ほとんどの在来生物は，病原菌や寄生虫に対する抵抗性を持っていない．関東や日本各地で生じた事例として，マツノザイセンチュウが挙げられる．この線虫の被害によってマツの生産量が減少した他，マツを優占種とした森林生態系は優占種を失って大きく変化し，落葉広葉樹林に遷移し，あるいは市街地やスギ・ヒノキの植林に置き換えられた．

（５）気候変動に関わる要因

日本の年平均気温は，長期的には100年あたり約1.13℃の割合で上昇している．特に1990年代以降になって，平年値よりも高温となる年が頻出している（気象庁 <http://www.clata.kishou.go.jp/obs-env/portal/chishiki-ondanka/p08.html> 2010年3月19日確認）．

2007年IPCC（気候変動に関する政府間パネル）は，「地球温暖化は疑う余地がない，またこれは人為起源の温室効果ガスの増加によってもたらされた可能性が非常に高い」と発表し，その影響予測を発表した．

CO₂等の温室効果ガスによる地球規模の気温上昇とともに廃熱やヒートアイランド現象などによって，今世紀末の日本では気温1.3～4.7℃の上昇が見込まれている．また，真夏日（最高気温

30℃以上)や熱帯夜(最低気温25℃以上)の増加, 冬日(最高気温0℃以下)の減少, 降雪の減少, 降水量の-2.4~+16.4%の変化, 豪雨の増加, 蒸発散量の変化, 海水温及び海水面の上昇, 海水の酸性化等も予測されている。

房総半島でも温暖化の影響と推察されるさまざまな生態系の異変が確認されている。房総半島の生物・生態系の今後の影響については未知の部分が多い。例えば, 房総半島での分布が, 分布の南限あるいは下限付近に相当するような北方系生物については, 気温の上昇や生息環境の変化がその生息・生育を困難にし, 半島内では絶滅する可能性が高まる。また, 冬の低温によって分布を阻まれてきた南方系の生物が, その上昇に伴って新たに房総半島に侵入, 定着し分布を拡大することも考えられる。このような生物相の変化は, 開発等の人為的攪乱とあいまって, 生態系に悪影響を及ぼし, 外来生物の侵入や拡大につながる可能性もある。さらに, 農林水産業や人の生活・健康等さまざまな影響が予想される(千葉県, 2008; 岩槻・堂本, 2008)。

3) 生態系サービスと変化の要因の変遷

ここでは, これまでに記載した生態系サービスと変化の要因の変遷を明確にする。

これまでの生態系サービスに関する解析から, 1970年および1990年前後にその変換点があったため, ここでは1945~1970年, 1970~1990年, 1990年~現在, の3つの時代区分を設定し

た。さらに, 都市域と里山里海域の都市化進行地域及び過疎高齢化地域という空間的な視点を加えて, 生態系サービスと変化の要因との関係を整理した(図9)。この図では, 時代区分・地域区分を分け, さらに5つの直接要因ごとに, 各要因に関連する生態系サービスの変化の度合いを四段階で示した。なおここでは, 課題を明確にするために主要な項目のみを扱うこととし, 副次的な情報は割愛している。

(1) 1945~1970年(戦後復興期・高度経済成長前期)

この時代は都市域における変化が著しい。都市域での自然改変と環境汚染による生態系サービスの劣化が大きく進行した一方, 里山里海では人為管理によって食料供給サービスが向上したことが特徴的である。

都市域では農地や森林の多くが市街地等へ置き換わり, 自然改変が大きく進んだ。都市的土地利用への変化は, 生態系サービスを生み出す生態系の破壊と生物多様性の劣化をもたらし, 全ての生態系サービスが低下した。自然改変は海域でも生じており, 浅海域の埋め立てによって干潟や藻場が縮小し, 貝類の生産量の減少や水質浄化機能の低下など, 海域の生態系サービスが低下した。また, 都市では有害物質や栄養塩類などの環境汚染が増大し生態系サービスが低下した。都市における人口や工場等の増加に伴って廃棄物の排出量が増大し, 地域の生態系が持つ

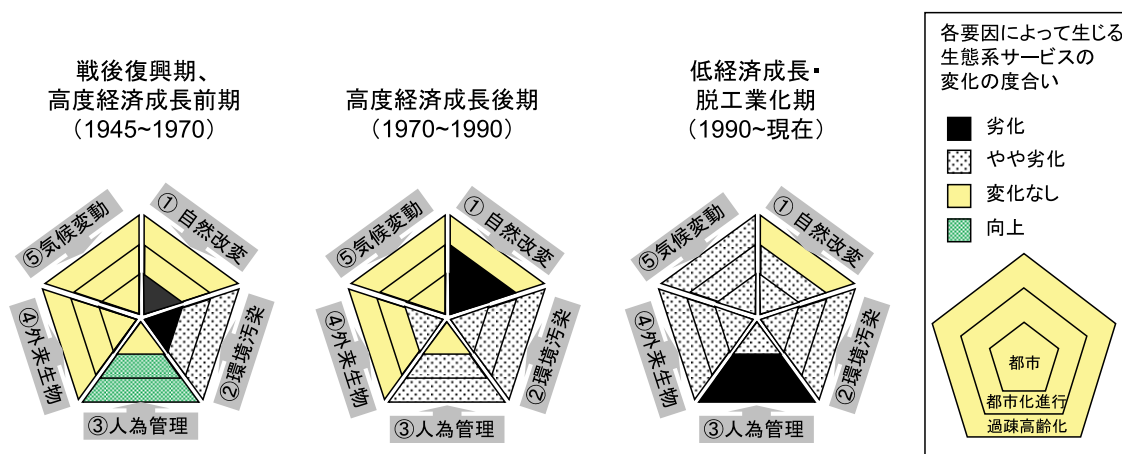


図9 時代区分・地域区分・直接要因別にみた生態系サービスの変化の度合い

浄化能力を超えると、浄化しきれなかった有害物質等による人への健康被害などがもたらされ、公害問題が深刻化した。

里山里海域では、都市域と比較して自然改変は進まなかったが、人為管理に関わる農林水産業の技術発展により生産性は向上した。ただ、生産性を増大させた農薬や化学肥料等の使用は環境汚染につながり、農地の生物多様性を減少させ生態系基盤の劣化が進んだ。

(2) 1970 ～ 1990 年（高度経済成長後期）

この時代、都市化進行地域の里山里海において自然改変が顕著になるとともに、環境汚染が進み、また過疎高齢化地域を含めて農林地の管理放棄がはじまった。

里山里海域の都市化進行地域では、ニュータウン開発に見られるような大規模な自然改変が進み、生態系サービスが劣化した。人為管理では農地整備や機械化・大規模化が進められた。その結果、労働生産性は向上したものの、乾田化や水路や護岸のコンクリート化などによって水辺生態系が悪化し、生物多様性や生態系サービスが劣化した。また、人口増加や農地での化学肥料の使用増に伴って富栄養化が進み、飲料水源の水質悪化など環境汚染による生態系サービスの低下が生じた。人為管理に関わる要因では、1960 年代に進んだエネルギー革命に伴って雑木や薪炭の経済的価値が下落し、森林資源の利用低下と、雑木林や薪炭林の管理放棄が始まった。管理放棄された森林では植生遷移が進み、それによって生物多様性は劣化した。また、1980 年代後半から耕作放棄地が増加しはじめ、人為管理の低下による生態系サービスの劣化が始まった。

都市域では都市的土地利用への自然改変が著しく、生態系サービスの劣化が進んだ。東京湾岸の環境汚染については、有害物質の排出量は減少したものの、富栄養化はあまり改善されていない。また、都市域を中心に外来生物の侵入が高まったのもこの時期であり、陸域海域ともに生物多様性の劣化が進んだ。

過疎高齢化地域の里山里海では、目立った自然改変や環境汚染は見られないものの、雑木林

や農地の人為管理の低下により、生物多様性の劣化や生態系サービスの利用低下が進んだ。

(3) 1990 ～ 現在（低経済成長・脱工業化期）

この時代は、過疎高齢化地域および都市化進行地域の里山里海において、人為管理の低下による生態系サービスの劣化が顕著になった。また、全ての地域において外来生物や温暖化の影響も顕在化した。

過疎高齢化地域では、農林水産業の担い手の高齢化と後継者不足により耕作地や人工林の放棄が進み、生物多様性の劣化が進んでいる。それに伴い、農林産物の利用低下、放棄された人工林等における森林の多面的機能の低下など生態系サービスの劣化が進んでいる。

都市域では自然改変の程度が弱まるなど、劣化を加速する要因は減りつつあるが、自然性の高い生態系は減少し続け、生態系サービスは改善されていない。また、ヒートアイランドや地球温暖化が原因と思われる生物相の変化も生じている。

都市化進行地域の里山里海では、大規模な自然改変は少なくなったものの、過疎高齢化地域と同じように、人為管理の低下による生態系サービスの劣化が進んでいる。

4) 人間の福利と生態系サービスの変遷

これまでみてきたように、戦後、生態系サービスは社会の変化に伴い、大きく変化してきた。供給サービスは 1970 年頃まで向上したが、その後減少に転じた。調整サービスと文化サービスはほぼ一貫して減少を続けている。しかし、このような生態系サービスの減少に伴って、我々の福利も同じように減少してきたわけではない。そこで生態系サービスの変遷と人間の福利（物の充足度、環境の快適度、精神の健康度）の変遷を、図 10 にまとめ、生態系サービスと人間の福利との相互関係について考察した。

物の充足度は戦後増加を続け、1990 年頃にピークを迎えた後に漸減傾向となった。しかし、物の充足度が増加する中で、域内の里山里海から得られる供給サービス量は 1970 年頃を境に減少していった。その結果、物質的に満ち足りた生活を支える資源の大半を、域外、特に海外の生

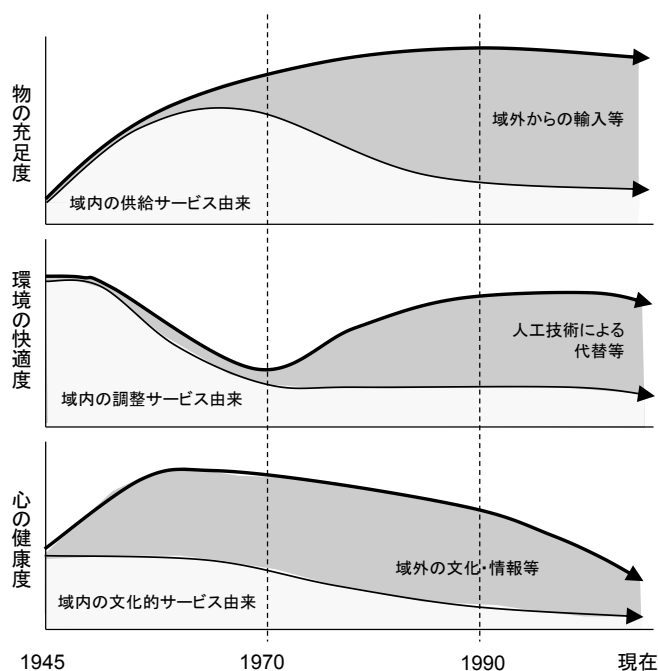


図10 人間の複利と生態系サービスの変遷.

態系から得られたサービスに頼る「外部依存」の構造となった。

環境の快適度は、戦後悪化して、公害が社会問題となった1970年前後に最も低下した。その後、公害については回復していくが、自然性の高い生態系の面積は都市を中心に減少を続け、さまざまな環境汚染等による生態系の質的劣化は域内の調整サービスを低下し続けてきた。この調整サービスの低下を補うように、下水道や浄水施設等の人工施設が整備され、環境負荷を人為的に処理する状況が高まった。すなわち、1970年以降の汚染源となる物質を系内から取り除く機能は、自然の生態系から人工的な技術に代替される言わば「生態系サービスの人為的代替」が進み、その傾向が年々増加してきたといえる。

精神の健康度については、戦後は低く、その後上昇したが、再び低下するようになり、1990年代以降その傾向は著しくなった。域内の文化的サービスは、戦後から低下し続けており、精神の健康度の上昇は、域内の文化的サービスがもたらしたのではなく、物の充足との関連や、海外や都市などの域外からもたらされた文化や情報に伴うライフスタイル・価値観の変化によるものといえ

る。一方で、様々な文化や情報が氾濫したことで、心の拠り所を見失い、また、インターネットなどを通じた仮想的な体験が多くなり、自然観・生命観の欠如や現実とのギャップが拡大され精神の健康度を損なう状況も生じている。

4. 人間社会と里山里海の将来シナリオ

里山里海は、かつて、資源供給から環境調整また精神文化に及ぶ多様で大きな生態系サービスを有していた。しかし、自然環境の人工化およびグローバル化、そして人々の価値観や生活スタイルの変化は、その状態を大きく変化させた。とりわけ経済的価値が優先する現代文明の社会システムは、金額による評価の難しい里山里海を保全することなく、都市開発し、また放置してきた。その結果、里山里海の大きな価値は消耗・劣化、あるいは破壊され、もはや、かつての大きな生態系サービスを備えた完全な里山里海は、今ではほとんど見ることはできなくなってしまった。

しかしながら、人・自然・文化が調和・共存する持続可能な人間社会を目指すとき、里山里海から学ぶべきものは多い。さらに里山里海は今後も人々の将来に多くの生態系サービスをもたら

す領域として重要なことに変わりはない。とりわけ、食糧生産や大気や水、土壌また文化や精神にかかわる生態系サービスは、今なお多くの里山里海で再生可能な状態であり、それなしに人々の将来はあり得ない。

今回の、千葉県及び日本の関東・中部地域における里山里海そして大都市との関係の調査分析をふまえ、ここでは、都市中心の現代社会の将来のシナリオを俯瞰するとともに現在の里山里海が今後、生態系サービス豊かな状態となるためのシナリオ、さらにその具体的対応についてまとめた。

1) 自然との調和を図る都市構想

資源・エネルギーの安定確保を求める物流と政治の拠点として都市が発展、拡大していった。しかし、自然が人工物に置き代わり、人口が密集する都市空間においては、人間生活の利便性や快適性が拡大される一方で、その存続基盤である資源・エネルギーへの外部依存が急増した。また人間生活による廃物は都市の自然環境を破壊・汚染し、自らの環境を悪化させていった。このように資源・エネルギーの確保、また環境の破壊と汚染は、里山里海の生態系サービスを低下させ、現在の都市中心社会はもはや全地球的視点においても持続可能な状況でないことが明らかとなってきた。

都市問題は、近代化が先行したヨーロッパでは、産業革命以降すでに大きな社会問題であった。特に深刻だった英国のロンドンでは、都市の発展とともに生活環境の確保をめざした都市計画の提案として、1902年、E. ハワード（Ebenezer Howard）による「田園都市構想（Garden Cities of Tomorrow）」がまとめられた（ニコールソンロード、1987）。これは、それまでの都市を外界の脅威から隔絶させる見方をあらため、核となる都市の中心から周辺の衛星都市および田園地域とを適切にゾーニング配置し、交通網と自然豊かな田園地帯とでつなぐ計画であり、互いの環境条件の補完・融合をはかるものであった。

日本でも、都市の発展・拡大に伴う公害の発生など、特に経済発展の著しい1970年以降、生活環境の悪化は大きな社会問題化していった。

これに対応し、1972年からはじめられた東京湾を中心とした湾岸都市研究の成果を踏まえ、沼田（1987）は、Odum（1971）らの生態系生態学の研究成果を盛り込みつつ、資源・エネルギー問題から野生動植物の衰退・変貌や子どもにとっての環境の劣化等、きわめて広範な都市環境の課題について生態学的視点で分析・整理した。一方、槌田（1986）は、石油文明の行く末についてエネルギーの供給と消費のバランスを循環とエントロピーとのかかわりの観点で論じつつ、都市としてのかつての江戸とその周辺の農山漁村との循環システムを評価し、さらに水循環と物質循環とが一体となった健全な生態系を取り戻す新たな社会の在りようについて提案した（槌田、2009）。

明治以来、欧米型の都市計画を進めてきた日本では、多くの都市公園がつくられた。そのなかで進士（1987）は、地域の自然環境と歴史環境とを兼ね備えた都市計画として、住民アメニティーの面および緑化や緑地保全にかかわる日本の文化的蓄積と農的自然の快適性に着目した「緑のまちづくり」を提案した。また、ドイツのバイエルン州における地域環境保全を担うビオトープとそのネットワークを日本に紹介した勝野（1984）は、都市の自然保護及び景観保全と農村環境とのかかわりの重要性を指摘した（勝野、1989）。

持続可能な社会を目指すためには健全な生態系を保全・復元する取り組みが必要不可欠であり、そのような観点からも里山や里海の自然環境およびそでの人と自然のかかわり方の適切な状況がしだいに理解されてきた。都市および農山漁村との生態学的な相互関係、そして人々の生活様式（ライフスタイル）を見直して行く方策として、自然再生や循環型社会の構築に向けた、「環境都市」や日本における「田園都市」の構想をはじめ、「エコロジカルネットワーク」、「バイオシティ」また「エコタウン」「エコビレッジ」、さらには「バイオマスタウン」等、多くの都市計画や地域づくりのプランが提案されてきている。そのなかで、中村（2003；2004）は、都市と里山、里海を隣接させ、それらが一体化した新たな環境および資源循環の関係を創出し、できる限り外部依存を減少させる都市計画として「湾岸都市の里やま・里うみサนด์イッチプラン」を提案した（図11）。

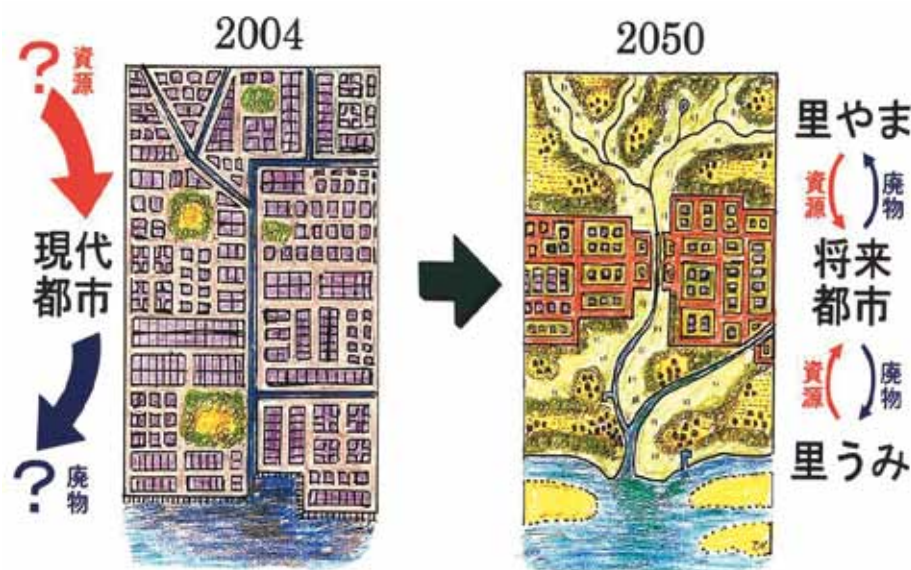


図11 「湾岸都市の里やま・里うみサンドイッチプラン 2004」(中村, 2004).

2001年から世界各地で展開され、2005年にまとめられた「ミレニアム生態系評価(MA)」においては、人間社会の将来シナリオとして、「グローバル化とローカル化」の観点、また生態系管理の「予防的措置と事後対応」の視点を踏まえ、「世界協調(Global Orchestration)」「力による秩序(Order from Strength)」「順応的モザイク(Adapting Mosaic)」「テクノガーデン(Techno-Garden)」の4つのシナリオが提示された。そして、この4シナリオと生態系サービスとの関係の将来予測では、先進国および開発途上国の両方において「順応的モザイク」のシナリオが最も生態系サービスが高まるとされた。

2) 人間社会のあゆみと将来のシナリオ

(1) 現在社会の位置づけ

現在の世界の人口はまもなく70億人に達しようとしている。1800年には10億人と推定される世界の人口は、1900年には2倍の約20億人、そして2000年には60億人を超えている。現在でも世界で約5億人の人々が飢餓や栄養不足に苦しんでいる状況のなか、2050年には100億人を超えると推測されている。

一方、日本の人口は約1億3千万人、しかし、そのエネルギーの約8割、食料の約6割は外部依存の状態である。少子化等の影響でこれから日本の人口は減少傾向に向かうとは言え、膨大

な量の食料その他の資源を海外に依存する一方で、足元の農地が放棄され、林地が荒れていくという日本の姿は、世界の現状からみると異常としか映らない。

人間社会の将来、また里山里海の将来を描くにあたっては、里山里海を含む人間社会が過去から現在まで歩んできた道程を概観する必要がある。人間社会の変遷を考えるため、空間的広がり視点として「ローカルーグローバル」の軸、また環境の視点として「自然ー人工」の軸の二つの軸を設定した。

人間社会は、地域の自然環境に依存する村的な社会から、科学技術を発達させ、都市化、文明化したグローバル社会へ変化してきた(図12)。この過程において、人間社会は人・モノ・金融・情報の量や流れを拡大させるとともに、自然的環境を開発し人工的な環境へ移行していった。このような人間社会のあゆみを上記の二軸を用いて総括すると、人類誕生の原初的な社会から里山里海の社会を経て都市および大都市に至る道筋をたどることができる。このような人間社会の変遷の中で、生態系サービスはどう変化し、どの時点で最大になったのか等については大きな課題であり、今後調査分析を進めなければならない。

(2) 都市中心社会の将来のシナリオ

「ローカル化ーグローバル化」と「自然ー人

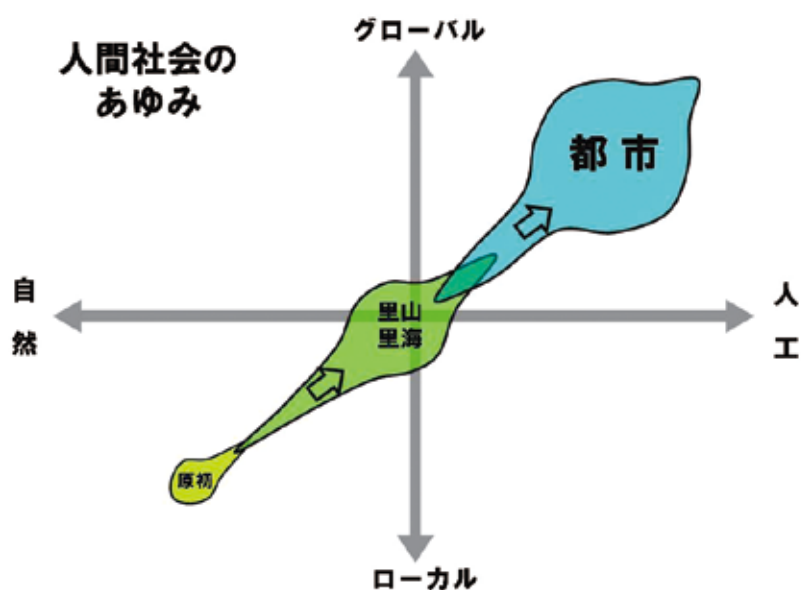


図12 「ローカルとグローバル」「自然と人工」の2軸と人間社会のあゆみ.

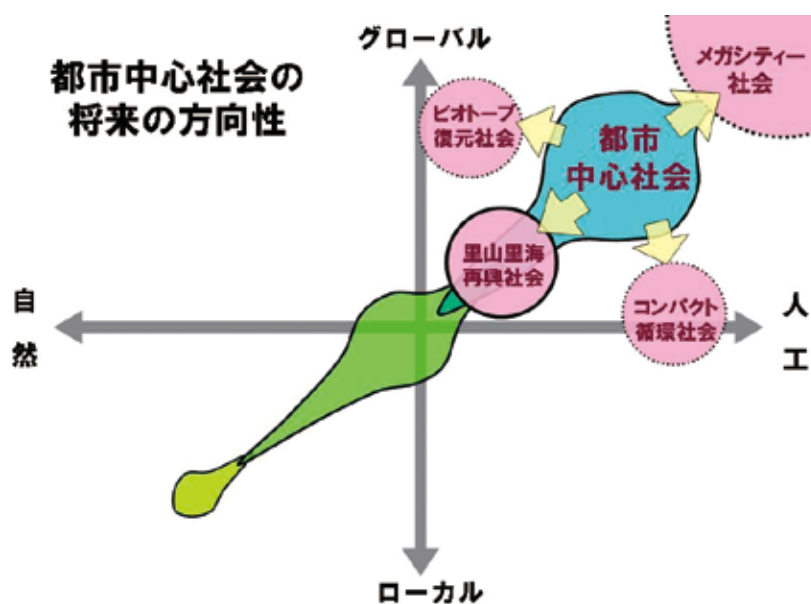


図13 人間社会のあゆみを踏まえた都市社会の将来のシナリオ.

工」の2軸で表現された人間社会のあゆみに対し、その歴史をふまえた将来のシナリオの選択を示した(図13)。将来、これら2軸に沿って人間社会が取りうるシナリオとして以下の4つが想定される。

① メガシティ社会 (Mega-City)

これまでの都市化の進行をそのまま継続した場合に到達する社会。グローバル化および人工化を進めることによって各地に巨大化した都市を中心とする「メガシティ社会」が成立する。そこでは高いエネルギーコストをまかなうため、科学技術を駆使した生産活動が行われ大量の資源を他の地域から取り込む対策がとられ

る。したがってこの巨大都市社会では、大量の資源が消費され、その過程で資源供給を担う各地の環境を破壊するとともに、都市からの廃棄物が環境への汚染源となって世界の生態系に大きな負荷を強いる可能性が高まる。

② ビオトープ復元社会 (Biotope Restoration City)

これまでの都市化に対し、より自然的な社会に移行することによって、自然・半自然の生態系を再生し、それに基づく生産活動を軸とした「ビオトープ復元社会」が成立する。この社会では、自然の保全・再生を徹底させるとともに、その生態系機能を高め、自然のリズムを尊重した生態系管理をおこなう。しかしグローバル化の状態を前提としており、生態系管理の手法は地域に根ざしたのではなく画一的な状況が想定される。そのために必ずしも地域本来の生態系機能が発揮される条件にはなりにくく、外来生物の増大が予想される。

③ コンパクト循環社会 (Compact Recycle City)

これまでの都市化に対し、ローカル化を進めるとともに科学技術を駆使することにより、地域の資源を最大限に活用した「コンパクト循環社会」が成立する。この社会は、他地域からの資源の大量移入に頼らずに、可能な限り資源・エネルギーの自立を目指していく。したがって資源利用の節約や再利用が徹底されるとともに近代的な科学技術を駆使し、地域の伝統技術や特産品などを尊重した生活や生産活動が展開される。ただし、科学技術を駆使するも、限られた範囲の人工的環境下での生態系ではそこからもたらされる資源および生活環境には限界がある。

④ 里山里海再興社会 (New SATOYAMA-UMI)

これまでの都市化に対し、自然環境の保全・再生とローカル化を進めることによって、より地域の自然環境との歴史・文化に根ざした「里山里海再興社会」が成立する。ここでは資源・エネルギーの自立を高め、地域の自然環境や歴史性に根ざした自然・半自然の生態系を復元し、そ

の本来の機能を回復させていく。したがって、この社会では地域の特性および容量に見合った、環境に負荷をかけない生活・生業が営まれる。このような里山里海再興社会へのシナリオは、これまでの人間社会発展のシナリオとは正反対であり、人々の価値観およびそのライフスタイルに対しては大きなパラダイムシフトが求められる。

なお「ビオトープ復元社会」と「コンパクト循環社会」については、そのシナリオに違いがあるものの、長い将来においては持続可能な「里山里海再興社会」への移行的段階としても位置づけられる。また、当面は、これら4つのシナリオの領域については空間的、時間的なモザイクおよびゾーニング構造をとりつつ、将来、全体として持続可能な社会の構築に向けた対策が進むと想定される。

3) 新しい里山里海再興への方向性

里山里海の現場での生態系サービス人間活動が活発化し、その将来の方向性についてまとめた。その基本的な考え方として、以下の点を考慮した。

これまでの人間社会のあゆみを踏まえ、人間社会は生物多様性を保全・再生し、低炭素・循環型の持続可能性を目指した社会へと変革しつつある。こうした変革の流れは「里山里海再興社会」を目指すシナリオと重なる。さらに、里山里海に特徴的なモザイク構造をふまえると、このシナリオは2005年の「ミレニアム生態系評価 (MA)」において、最も生態系サービスが高まると評価された「順応的モザイク」のシナリオとも整合する。そこで、ここでは、これからの「里山里海再興社会」がとりうる方向性について展望する (図14)。

I. テクノタウン里山里海 (近代技術・グローバル)

近代技術の取り込みとグローバル化を進める。海外からの資本および資源、さらに海外の労働力による生産重視型の農林水産業が展開される。里山里海の生産物は主に海外で消費される。

・供給：里山里海に世界中の資源・人材が流入し、そこでの生産物は主に海外への輸出にまわされる。生産現場では、高い科学技術力によっ

	グローバル	ローカル
近代技術	I テクノタウン里山里海（近代技術・グローバル） ・海外資本・労働力による生産重視型産業 ・原子力発電 ・植物工場でのグローバル作物栽培 ・樹木畑での早生外来種植林 ・外来魚介類・藻類の養殖・栽培、遠洋漁業 ・家屋：近未来型高層ビルディング ・ライフスタイル：全自動のセントラルヒーティング ・お祭り：テーマパークのパレード ・制度：海外の企業誘致や労働者のリクルート ・生き物：遺伝子組み換え新生物 対応：集約化・大規模化、遺伝子組換え作物の奨励	III ふるさとタウン里山里海（近代技術・ローカル） ・地域資本・労働力による生産重視型産業 ・雑木のバイオマス利用、バイオエタノール ・植物工場での郷土作物栽培 ・樹木畑での在来樹木による林業 ・在来魚介類・藻類の養殖・栽培、沿岸漁業 ・家屋：自然エネルギー型マンション ・ライフスタイル：都市公園に田んぼ、ビオトープ ・お祭り：田んぼアート、イルミネーションイベント ・制度：地域発信の先端技術の奨励 ・生き物：屋上ビオトープのメダカやトンボ 対応：地方分権、集約化・大規模化、郷土作物の品種改良
自然文化	II ガーデニングむら里山里海（自然文化・グローバル） ・海外資本・労働力による環境保全型産業 ・トウモロコシのバイオエタノール ・田畑でのグローバル作物栽培 ・山林を活用した早生在来種植林 ・外来魚介類の放流・活用、沖合・遠洋漁業 ・家屋：ログハウス住宅 ・ライフスタイル：別荘タウンのエコツーリズム ・お祭り：各国のフラワーフェスティバル ・制度：国際交流の推進、海外文化の導入 ・生き物：世界から集められた動物・植物園 対応：環境国際認証(FSC, MSC), 有機無農薬, 冬期湛水	IV 故郷のいなかり山里海（自然文化・ローカル） ・地域資本・労働力による環境保全型産業 ・雑木の薪炭利用 ・田畑で郷土作物栽培 ・山林を活用した長伐期林業 ・伝統漁法、資源管理型沿岸漁業、水田漁業 ・家屋：茅葺屋根の民家 ・ライフスタイル：集落単位の伝統的な共同作業 ・お祭り：氏子祭、地域芸能大会、収穫祭 ・制度：谷津田・棚田オーナー制度 ・生き物：コウノトリやトキの再来・復帰 対応：地方分権、有機無農薬、冬期湛水、環境直接支払

図14 将来シナリオ「里山里海復興社会」への方向性

て、生産量もしくは生産効率を極大化させた人工的な生態系が創出される。例えば、LED 照明や人工培養液等を用いて生態系サービスを人工的に肩代わりし、生産効率および経済効率の高い農産物のみを生産する。したがって、そこでは人工環境下で収穫量が多く、また成長速度の速い作物が選ばれ、遺伝子組み換え作物が多用される。

- ・調整：生産量重視のために改変された人工的な生態系は、在来生態系とはまったく異なるものであり、本来の調整サービスは失われる。水質浄化や土壌保全などの失われたサービスは、浄水場の整備や砂防ダムの設置など、人工的施設により代替される。
- ・文化：グローバル化の進行、生産性重視の科学技術の発達に伴い、地域の里山里海の固有性が失われ、文化サービスは低下する。海外企業が出資する大型ショッピングモールや娯楽施設が建設され、多様なモノや情報によって利便性は増大する。しかし、地域で培われてきた食文化や伝統行事などは衰退する。

II. ガーデニングむら里山里海（自然文化・グローバル）

自然文化を活かしつつグローバル化を展開する。海外資本、海外の労働力による環境保全型の農林水産業を軸に、里山里海生産物のみならず海外でも消費される。

- ・供給：里山里海に世界中の資源・人材が流入し、そこでの生産物は国内はもとより広く海外へも輸出される。生態系の持続性を重視した環境適合型の技術開発が進められ、農林水産物の収穫量は生態系の生産能力の範囲内に抑えられる。生産の持続性を確保するために、世界中の生態系が選択され、選ばれた少数の生態系が日本の里山里海で創り出される。例えば、調整サービスを高めるために、成長が早くCO2固定能力の優れたユーカリを導入する、などの事例がこれに当たる。
- ・調整：生産性が生態系の能力内に抑えられ、調整サービスに配慮した環境保全型の農林水産業が展開されるため、調整サービスの劣化は

抑えられる。ただし、外来生物の導入も促進されるため、複雑な生物間の相互作用を通して予期せぬ影響を生態系に及ぼし、調整サービスを低下させる可能性がある。

- ・文化：環境に配慮した生産形態を、グローバル化の進行の下に行なうために、地域の里山里海の固有性は失われ、地域に根ざした文化サービスは低下する。世界中から集められた動植物園的な土地利用がつけられるなど、世界各地の自然や文化がもたらされ、文化的な多様性は高まるように見えるが、地域で培われてきた固有の文化は変質を受け、世界的に似通った文化が存在するようになる。

Ⅲ. ふるさとタウン里山里海（近代技術・ローカル）

近代技術をローカルに展開する。地域資本、地域の労働力による生産重視型の農林水産業が里山里海で展開される。里山里海生産物は主に生産地周辺で消費される。

- ・供給：科学技術を用いて、生産量や生産効率を、生態系の能力以上に高めていく。その際に用いる資源は、基本的に地域内のものであるため、それを最大限活用するための独自の生産技術も必要になる。例えば、光量や栄養塩を制御した植物工場において、郷土野菜を育成する、水温や餌を制御した養殖施設においては地域在来の魚介類を養殖する。その生産物は、収穫量が多くまた成長速度の速い郷土品種等が求められ、品種改良が進む。
- ・調整：生産量重視のために改変された人工的な生態系は、元来の生態系とはまったく異なるものであり、本来の調整サービスは失われる。テクノタウン同様、失われたサービスは人工施設により代替される。
- ・文化：域内での自立を目指した、生産性重視の科学技術の発達により、地域の里山里海は改変され、地域本来の文化サービスは低下する。風力発電などの自然エネルギー型の複合型高層ビルが建設され、そこでは屋上緑化や田んぼもつくられ、人々は自然と親しむことができるが、現実には自然と対峙するという性格よりも、安全重視で仮想的（バーチャル）なものとなる。

このような人工空間内での自然体験では里山里海から本来得ていた文化サービスは衰退する。

Ⅳ. 故郷のいなかり山里海（自然文化・ローカル）

地域の自然と文化を素地にして展開する。地域資本、地域の労働力による環境保全型の農林水産業が里山里海で展開される。生産物は基本的に生産地およびその周辺で消費される。

- ・供給：生態系の持続性を重視した環境適合型の伝統的技術が見直され、改良される。生産物の収穫量は生態系の生産能力の範囲内に抑えられ、その際に用いる資源は、里山里海の地域内で得られるものを活用する。各地域の生態系に適合した独自の環境適合型の生産技術が必要になるが、こうした技術については地域の伝統や慣習による視点が重要視される。また、地域内の資源量は限られているため、徹底した節約とともに、再生可能資源の効率利用が図られる。
- ・調整：生産性が生態系の能力内に抑えられるため、生態系の改変は小さく、調整サービスは維持される。
- ・文化：域内での自立を目指し、また、持続性重視の生業が見直されることで、伝統的に維持管理されてきた資源管理の手法が見直され、文化サービスは向上する。集落単位での伝統的な共同作業が各地で復活、地域ごとに芸能大会が開催されるなど、地域の自然環境や伝統技術といった地域本来の多様な資産・資源を活かす取り組みが行なわれる。その一方では、閉鎖的な価値観が強く、他文化への理解に欠けることも生じる。これらの問題を避けるためには、多様な人々との情報に努める必要がある。

4) 方向性の地域展開

これらの方向性の利用において、いずれか1つの方向性を選ばなければならないわけではない。地域住民が何を望むかによって、いずれの方向性も選択可能である。市町村あるいは集落などの地域ごとに、その地域の自然条件や社会的背景に合致したシナリオを目指すことが望ましい。

例えば、過疎高齢化地域の里山里海では、経

経済効率性が低いために農地や林地が放棄されるような実情がある。こうした土地の条件では、そのポテンシャルを活かした新展開、たとえば、持続性を重視した里山里海の方角性、すなわち、「ガーデニングむら」や「故郷のいなか」の方角性が現実的な路線といえる。一方、都市化進行地域の里山里海は、平坦な地形で、都市に近接した生産地として生産面での経済効率性の高い地域であることが多い。こうした地域では、近接する都市や域外の都市を積極的に支える生産の場として「ふるさとタウン」あるいは「テクノタウン」を目指す選択肢は大きい。さらに、都市域では、今後の人口減少に伴って空地ができる可能性がある。こうした空地は小面積の場合が多く、そこに完全な里山里海社会を成立させることは難しい。しかし都市住民の身近な場所に、小規模ながらも里山里海が再生されることは、都市住民にとっては福利向上になり、さらに都市文化以外の多様な文化の理解を進めることにもなる。どの方角性を目指すかは、住民の意思により異なり、生産の場としての機能よりも、レクリエーションや教育の場としての活用を重視する方向もありうる。

地域ごとに異なる方角性と性格とを目指す里山里海が、ゾーニングされながらもモザイク状に広がることによって、人間社会にも可能性や安定性が高まり、さらには多様な価値観を許容し、かつ持続的な社会の構築へとつながることが期待される。

5) 里山里海を再興する持続可能な社会への対応

将来にわたって誰もが幸せに暮らせる持続可能な社会の構築のためには「自然・文化」の保全・再生とともに新たな「近代技術」を駆使し、またコミュニティの形成とその機能の充実にはグローバルな視点とローカルな視点を併せ持つ対応、すなわち「グローカル」(川瀬, 2009) また「グローナカル」(古在, 2009) な対応も重要である。

いずれにしろ、4つの方角性のうちどれを選択するかは、各地の里山里海にかかわる人々(市民・政策決定者・行政など)に委ねられることになる。しかし、持続可能な社会の構築のために、将来にわたって誰もが幸せに暮らし、豊かな生物

多様性と健全な生態系の恵みを享受し続けるために、われわれが取るべき対応として、以下のような基本的な柱が考えられる。

- 生物多様性と生態系の把握とモニタリング体制の構築
- 地域固有の生物多様性と生態系の保全・再生
- 地域の伝統文化や固有技術の保存・活用
- 環境負荷および生態系インパクトの低減
- 資源・エネルギーの外部依存の縮減
- 環境コストの外部経済を内部化するシステムの構築
- 自由かつ公正な物流と情報の確保
- 生物・生命・いのちの体験・教育

これらの柱での具体策の検討は今後の課題である。

5. 里山里海イニシアティブの提案

地球環境は閉鎖系であり、自然が与えてくれる生態系サービスは無尽蔵ではない。現在の生態系サービスへの負荷は、明らかに我々の生存基盤としての地球環境を破壊し汚染している。現在の国連大学ミレニアム評価里山里海 SGA の千葉での解析また関東・中部クラスターでの解析において共有されている見解としては、短期的な経済的利益を優先するのではなく、全人類的なまた長期的視野に立った利益や福利の視点の重要性があげられる。いわば旧来の「経済合理性の価値観から、地域の生物多様性や生態系を守り、人々の文化を尊重し、さらに地球環境の持続性を基本軸とする価値観への変更」、すなわち生物・生命・いのちの価値観を軸とする社会のパラダイムシフトである。私たちはこれを「里山里海イニシアティブ」として社会に提案する。

この「里山里海イニシアティブ」においては、里山里海の豊かな生物多様性と健全な生態系、またそれを守る仕組みとして人々が育んだ伝統・文化を継承し、そこから多くの事を学んでいかなければならない。さらに環境維持のコストを現代の経済のなかに内部化していくシステムや都市住民が地域の自然保護や環境保全など、生物多様性に基づく生態系サービスの保全・再生に対して直接的に参加できる仕組みが求められる。

この「里山里海イニシアティブ」は、当然、里

山里海に限定した提案ではない。多くの課題を抱える都市及び大都市の将来、そして地球全体が目指す持続可能な社会の構築においてもその重要性は大きいと考える。

6. 引用文献

- 荒川久幸・吾妻行雄. 2008. 濁水の流入による磯焼けの発生と持続. 磯焼けの科学と修復技術. In 谷口和也・吾妻行雄・嵯峨直恒(編). pp.81-92. 恒星社厚生閣, 東京.
- 千葉県. 2008. 生物多様性ちば県戦略, pp175.
- 千葉県県土整備部河川計画課. 2007. 千葉県土木史 河川・海岸・砂防編, pp97.
- 千葉県総合企画部統計課 (編). 2009. 指標で知る千葉県 2009 - 千葉県統計指標 -, pp264.
- 深見公雄他. 2009. 高知県仁淀川における森林土壌から河川水へ供給される栄養塩の特徴および微細藻類によるその利用. 2009 年度日本水産学会春季講演要旨集 1021 : 160
- 本田裕子. 2010a. 里山里海の文化と生態系サービスの変遷. 千葉県生物多様性センター研究報告 2 : 39-53.
- 本田裕子. 2010b. 千葉県における人間社会の人口動態. 千葉県生物多様性センター研究報告 2 : 58-64.
- 細谷和海. 2007. 外来魚が在来魚に与える影響. In 細谷和海 (監) ブラックバスを科学する～駆除のための基礎資料～. p. 2-12, 財団法人リバーフロント整備センター.
- Humborg C., V. Ittekkot, A. Cociasu and B. v. Bodungen. 1997. Effect of Danube River dam on Black Sea biogeochemistry and ecosystem structure, NATURE. 386: 385-388.
- 井上直也・赤木右. 2006. 多摩川におけるケイ素収支にあたるダムおよび下水処理場の影響. 地球化学 40 : 137-145
- 岩槻邦男・堂本暁子 (編). 2008. 温暖化と生物多様性. 272pp, 築地書館, 東京.
- 環境省総合環境政策局 (2005) 平成 17 年版 環境統計集.
- 勝野武彦. 1984. 西ドイツ・バイエルン州のビオトープ調査について. 応用植物社会学研究 13 : 41-48.
- 勝野武彦. 1989. 農村における自然環境保全. 造園雑誌 52(3) : 215-221.
- 川本芳・萩原光・相澤敬吾. 2004. 房総半島におけるニホンザルとアカゲザルの交雑. 霊長類研究 20, 89-95.
- 川瀬 博. 2009. グローカル環境政策の構想に向けて. 神奈川法学 42(1) : 67-109.
- 北澤哲弥. 2003. 都市一里地地域における生態系のパターンと成立に関する研究. 東京大学大学院博士論文.
- 北澤哲弥. 2010a. 里山里海の生態系評価における社会的地域区分手法. 千葉県生物多様性センター研究報告 2 : 54-57.
- 北澤哲弥. 2010b. 千葉県における野生生物の現状. 千葉県生物多様性センター研究報告 2 : 65-69.
- 北澤哲弥・浅田正彦. 2010. 千葉県の里山における野生鳥獣の保護管理と生態系サービス. 千葉県生物多様性センター研究報告 2 : 85-101.
- 北澤哲弥・先崎浩明. 2010. 千葉県の里山における森林利用と生態系サービス. 千葉県生物多様性センター研究報告 2 : 73-84.
- 古在豊樹. 2008. グローナカル. サステナ 8 : 7.
- 熊谷宏尚・遠藤和彦. 2010. 自然保護制度と里山里海の保全. 千葉県生物多様性研究報告 2 : 102-113.
- 前河正昭・中越信和. 1997. 海岸砂地においてニセアカシア林の分布拡大がもたらす成帯構造と種多様性への影響. 日本生態学会誌 47 : 131-143.
- 松本英二. 1983. 東京湾の底質環境. 地球化学 17 : 27-32.
- Millennium Ecosystem Assessment. 2005. Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. World Resources Institute. Island Press, Washington DC.
- 宮脇成生・鷺谷いづみ. 1996. 土壌シードバンクを考慮した個体群動態モデルと侵入植物オオブタクサの駆除効果の予測. 保全生態学研究 1 : 25-47.
- 村中孝司・鷺谷いづみ. 2001. 鬼怒川砂礫質河原における外来牧草シナダレスズメガヤの侵入と河原固有植物の急激な減少. 保全生態学研究 6 : 111-121.
- ニコールソノロード, デビット (佐藤昌訳). 1987. 都市と緑 (The Greening of The Cities), 285pp, 都市緑化基金, 東京.
- 中村俊彦. 2003. 海と人とのかかわりの回復と今後の展望. 月刊海洋 35(7) : 483-487.
- 中村俊彦. 2004. 里やま自然誌: 谷津田からみた人・自然・文化のエコロジー. 128pp, マルモ出版, 東京.
- 中村俊彦・北澤哲弥・本田裕子. 2010a. 国連ミレニア

- ム生態系評価 (MA) 及び日本における里山・里海のサブ・グローバル評価 (里山里海 SGA) プロジェクト. 千葉県生物多様性センター研究報告 2 : 3-12.
- 中村俊彦・北澤哲弥・本田裕子. 2010b. 里山里海の構造と機能. 千葉県生物多様性センター研究報告 2 : 21-30.
- 中村俊彦・北澤哲弥・本田裕子. 2010c. 里山里海の生態系と都市. 千葉県生物多様性センター研究報告 2 : 31-38
- 中村俊彦・北澤哲弥・本田裕子. 2010d. 千葉県における農業・食糧自給の現状. 千葉県生物多様性センター研究報告 2 : 70-72.
- 中静透・飯田滋生. 1996. 雑木林の種多様性. In 亀山章 (編) 雑木林の植生管理, pp17-24. ソフトサイエンス社, 東京.
- 野村英明. 1995. 東京湾における水域環境構成要素の経年変化. La mer 33 : 107-118.
- 農林水産省消費・安全局農産安全管理課・植物防疫課. 2006. 農薬概説. 日本植物防疫協会, 東京
- 沼田 眞. 1987. 都市の生態学. 225pp, 岩波書店, 東京.
- Odum, E.P. 1971. Fundamentals of Ecology. W.B. Saunders Company, Philadelphia.
- 小倉久子・宮嶋義行・北澤哲弥. 2010. 千葉県の里海における海域の生態系サービスの変遷. 千葉県生物多様性センター研究報告 2 : 141-156.
- Sakata, M.; K. Marumoto; M. Narukawa and K. Asakura. 2006. Mass Balance and Sources of Mercury in Tokyo Bay. Journal of Oceanography, 62, 767-775.
- 真田幸尚・佐藤太・熊田英峰・高田秀重・山本愛・加藤義久・上野隆. 1999. 放射性核種および molecular marker による東京湾の堆積過程の解明. 地球化学 33 : 123-138.
- 三番瀬再生計画検討会議事務局. 2004. 三番瀬の変遷. 118pp.
- 進士五十八. 1987. 緑のまちづくり学. 382pp, 学芸出版社, 京都.
- 白鳥孝治. 2006. 生きている印旛沼—民族と自然—. 161pp, 崙書房出版, 千葉.
- 新谷一大・渡邊精一. 1990. 茨城県牛久沼におけるオクチバスの食性. 水産増殖 38 : 245-252.
- 田中種雄・橋本加奈子. 2006. 器械根アワビ資源の変遷. 千葉県水産総合研究センター研究報告 1 : 119-132.
- 多留聖典・中山聖子・高崎隆志・駒井智幸. 2007. カイヤドリウミグモ *Nymphonella tapetis* の東京湾盤洲干潟における二枚貝類への寄生状況について. うみうし通信 56 : 4-5.
- Tilman, D. 1977. Resource competition between planktonic algae: an experimental and theoretical approach. Ecology. 58: 338-348.
- 槌田 敦. 1986. エントロピーとエコロジー. 222pp, ダイヤモンド社, 東京.
- 槌田 敦. 2009. 「地球生態学」で暮らそう. 287pp, ほたる出版, 京都.
- 宇田川武俊. 1976. 水稻栽培における投入エネルギーの推定. 環境情報科学 5(2) : 73-79.
- Yamashita N.; K. Kannan; T. Imagawa; D. L. Villeneuve; S. Hashimoto; A. Miyazaki; and J. P. Giesy . 2000. Vertical Profile of Polychlorinated Dibenzo-p-dioxins, Dibenzofurans, Naphthalenes, Biphenyls, Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, and Alkylphenols in a Sediment Core from Tokyo Bay, Japan., Environmental Science & Technology 34 (17): 3560-3567.
- 横浜康継. 2001. 海の森の物語. 248pp, 新潮社, 東京
- 吉田正彦・宇野晃一・山口和子・石崎晶子・小倉久子・中村俊彦. 2010. 千葉県の里沼の恵みと人々の営み. 千葉県生物多様性センター研究報告 2 : 114-140.
- 吉澤正・石渡康尊・半野勝正・仁平雅子・小倉久子・鯉渕幸生・依田彦太郎・原雄. 2006. 東京湾底質中のダイオキシン類分布と起源. 水環境学会誌 29 : 463-468.

著 者：中村俊彦 〒260-8682 千葉市中央区青葉町 955-2 千葉県立中央博物館 nakamura@chiba-muse.or.jp；北澤哲弥 〒260-8682 千葉市中央区青葉町 955-2 千葉県立中央博物館内 千葉県環境生活部自然保護課生物多様性戦略推進室生物多様性センター t.ktzw2@mc.pref.chiba.lg.jp；本田裕子 〒260-8682 千葉市中央区青葉町 955-2 千葉県立中央博物館内 千葉県環境生活部自然保護課生物多様性戦略推進室生物多様性センター y.hnd21@mc.pref.chiba.lg.jp

"Ecosystem services and future scenarios of SATOYAMA-SATOUMI in Chiba prefecture." Toshihiko Nakamura, Natural History Museum and Institute, Chiba, 955-2 Aoba-cho, Chuo-ku, Chiba 260-8682, Japan. E-mail: nakamura@chiba-muse.or.jp; Tetsuya Kitazawa, Chiba Biodiversity Center, 955-2 Aoba-cho, Chuo-ku, Chiba 260-8682, Japan. E-mail: t.ktzw2@mc.pref.chiba.lg.jp; Yuko Honda, Chiba Biodiversity Center, 955-2 Aoba-cho, Chuo-ku, Chiba 260-8682, Japan, E-mail: y.hnd21@mc.pref.chiba.lg.jp