

— 寄稿 —

## 人手と生物多様性\*

柳 哲雄†

### 要 旨

沿岸海域に人手をかけて生物多様性を上げるということは、生物にとっての多様な生息環境を整備することと同じであることを、石干見を例に述べる。それは、里山において植生を極相にいかせないように人手を加えて生物多様性を上げていることとは、少し質が異なることも述べる。

キーワード：里海，里山，人手，生物生産性，生物多様性

### 1. はじめに

里海は「人手をかけることで、生物生産性と生物多様性が高くなった沿岸海域」と定義される(柳, 1989, 2006)。この定義はかなりの人には受け入れられて、21世紀環境立国戦略(2007.6), 第三次生物多様性国家戦略(2007.11), 海洋基本計画(2008.3), 経済成長戦略大綱(2008.6)など、多くの行政施策に、この定義のまま里海という言葉が取り入れられ、日本各地の里海創生活動を支援する予算措置も講じられている。

里山において人手をかけることで生物多様性が高くなるということは、普通の人々にも理解されやすい(例えば、森本, 2008)。一方、沿岸海域で人手をかけることが、その海域の生物多様性を高くするという点に関しては、科学的証拠が十分でないとして、異議を唱える人も多い。

それは、これまで、埋め立て・護岸工事など沿岸海域に加えられた人手が、生物多様性を低くするばかりか、海洋生物の生息環境そのものを消失させてきた例が枚挙にいとまないからであろう。

本稿では人手をかけることで沿岸海域の生物多様性を高くし、また高い生物生産性を実現する、いくつかの試みを紹介する。

生物多様性は 1) 生態系の多様性, 2) 生物種の多様性, 3)

遺伝子の多様性などの意味に用いられるが、本稿では 2) の意味に限定して用いる。

### 2. 生物多様性を低くしない人手

#### — サンゴ礁におけるオニヒトデの駆除・海中林における藻食魚の駆除 —

沖縄の西石礁湖や紀伊半島串本近辺ではサンゴ礁を保全するために、ダイバーによるオニヒトデの駆除を行っている(例えば、鹿熊, 2009)。オニヒトデを駆除してサンゴ礁を保全することで、サンゴ礁で生活している多様な生物種も保全される。

また、静岡県榛南地域磯焼け対策推進協議会では、平成12年にカジメの着生したコンクリートブロックを磯焼け海域に沈設すると共に、サシ網を用いて藻食魚のアイゴなどを駆除することで、約1,500 m<sup>2</sup>のカジメ海中林を回復させることに成功した(萩原, 2008)。

カジメ海中林を回復することで、カジメ海中林で生活するアワビ・サザエ・ウニ・エビ・カニ・イソギンチャクなどの多様な生物種の生息が保全される。

これらは高い生物多様性を維持するために、沿岸海域で人手をかけている例である。

\* 2009年5月13日受領；2009年7月21日受理

著作権：日本海洋学会, 2009

† 九州大学応用力学研究所 〒816-8580 春日市春日公園6-1

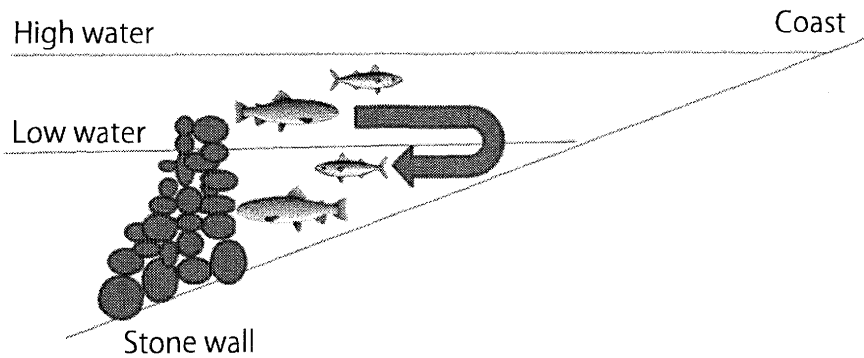


Fig. 1. Vertical view of Ishihimi.

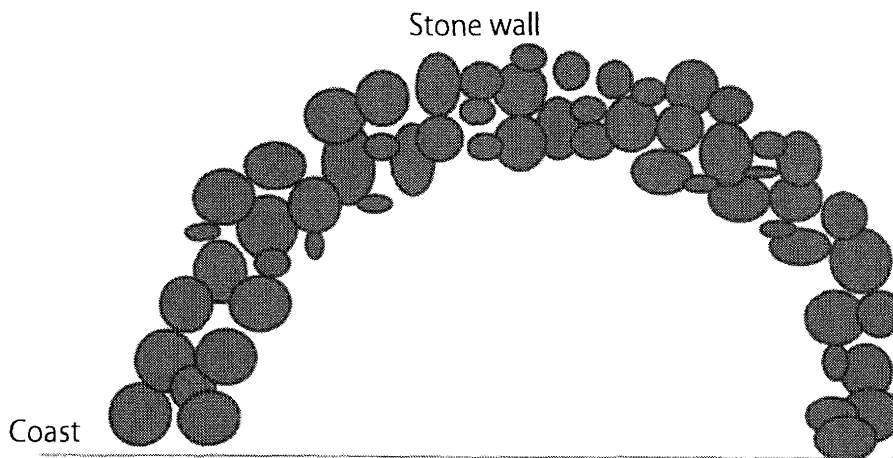


Fig. 2. Plan view of Ishihimi.

### 3. 生物生産性と生物多様性を高める人手 — 石干見 —

有明海・沖縄・韓国・台湾などでは石干見(いしひみ)と呼ばれる、定置網のような石垣の仕掛けがあった(田和編, 2006)。石干見は干潟やサンゴ礁など、遠浅で干満差の大きい海に、半円形あるいは馬蹄形に岩塊やサンゴ石灰岩で石垣を造り、満潮で沖からやってきた魚が干潮で逃げられなくなった所を漁獲するというものである(Fig. 1, Fig. 2, Fig. 3)。沖縄では魚垣(ながき)、垣(かち)と呼ばれている(上村, 2007)。

石垣の隙間を様々な生物が隠れ場や付着基盤として使用するため、さらに、付着生物を捕食する魚が蝟集するために、

石干見がある場合とない場合では、その海域の生物多様性は異なる。

石干見がその海域の生物多様性を高める理由は、定置網の様に網だけで囲いを作った海域や、琵琶湖のエリのように竹竿で囲いを作った水域と比較すると、理解しやすい。網や竹竿は単なる漁獲の道具だが、石干見の場合は漁獲の道具のみならず、石垣という人造空間が海洋生物の生息に適した一種のハビタット・ビオトープになっている。

生物多様性を保証するものは生息環境の多様性である。石干見は人手をかけて、新たな生息環境をつくりだし、生息環境の多様性、ひいては生物の多様性を実現しているのである。

なお、石干見のある場合とない場合の生物多様性の変化に



Fig. 3. Ishihimi at Shiraho coast.

関する定量的データは現在沖縄県石垣市白保の石干見で取得中である(上村, 私信)。また, 周防灘の干潟で石干見のある場所とない場所に刺し網を仕掛け, ある魚種 ( $i$ ) の漁獲個体数 ( $n_i$ ) を用いて, 漁獲割合 ( $p_i = n_i/N$ ;  $N$  は総漁獲個体数) を求め, シャノン・ウィーバー関数 ( $H'$ )

$$H' = - \sum p_i \ln p_i \quad (1)$$

の季節変化を明らかにすることで, 石干見が生物多様性を高めるかどうかを確認する現地実験を開始したところである。

漁法としての石干見は, より漁獲効率の高い定置網漁業が広まるとともに, 世界中でほとんど姿を消してしまったが(田和編, 2006), 石干見は人手をかけることで, その海域の生物生産性と生物多様性が高くなる好例である。

なお田和編(2006)には, 瀬戸内海には石干見は存在しない, と書いてあるが, 大分県宇佐市の周防灘では40年前まで石干見が存在していて, 現在, 環境学習・観光用の石干見が再建されている。

#### 4. サンゴ礁におけるハリケーン擾乱と生物多様性

Connell (1978) はオーストラリア Great Barrier Reef サンゴ礁で, 1963–1974 年の間, ハリケーンによる擾乱の大きさ, ハリケーンによる擾乱からの経過時間, ハリケーン擾乱の頻度, とサンゴ礁における生物多様性の関係について経年調査して, それぞれの擾乱の指標が中間となるところで, 生物多様性が極大値となるような関係があることを明らかにした。

彼の調査結果は以下のように解釈される。ハリケーン擾乱は大きな波力でサンゴ礁そのものを破壊すると同時に, サンゴ礁における植生が極相にいくのを止める。サンゴ礁における植生が極相に達すると(ハリケーンによる擾乱が全くないと), サンゴを初めとするサンゴ礁の海洋生物にとっての生息環境が単調になり, その生息環境に最も適した生物しか生息できなくなる(生物多様性の減少)。しかし, ハリケーンのような擾乱が, 極相に至った植生を破壊することで, 極相では生息できないような様々な海洋生物がその場で生息可能となり(サンゴ礁における生息環境が多様になり), サンゴ礁における海洋生物の生物多様性が大きくなるのである。すなわち, 適度なハリケーン擾乱のもと, サンゴ礁生態系が極相にいかないことで, サンゴ礁における生物多様性は高くなる。

ハリケーン擾乱は自然の擾乱であるが, 擾乱源として人手により, ある植生が極相にいかないように, 草を刈ったり, 木を切ったりすれば, 人手はハリケーンと同様な役割を果たす。ちょうど, 後述する里山への人手のかけ方がそうであるように。

このような例は沿岸海域のアマモ場にも見られる。潜水調査結果によると, アマモの繁茂した藻場の中央部(アマモ場の極相)にはあまり魚は見られず, アマモ場の周辺(アマモがまばらな場所)に多くの魚が鰓集している。このことを定量的に証明するために, 現在, 広島県三津口湾で漁民と協力して, 極相のアマモ場(アマモ場中央海域)と人為的に部分的な刈り取りを行ったアマモ場(擾乱の入った海域)に刺し網をしかけ, 両海域における漁獲物種類の比較を周年にわたって行っているところである。

#### 5. 干潟の栄養度と生物多様性

国分・高山(2008)は英虞湾の干潟を調査して, 干潟泥のCOD値とベントス個体数の関係を調べた。その結果, あるCOD値でベントス個体数が極大値をとることが明らかになった。そこで彼らは, 干潟底質の栄養レベルが適正な値となる

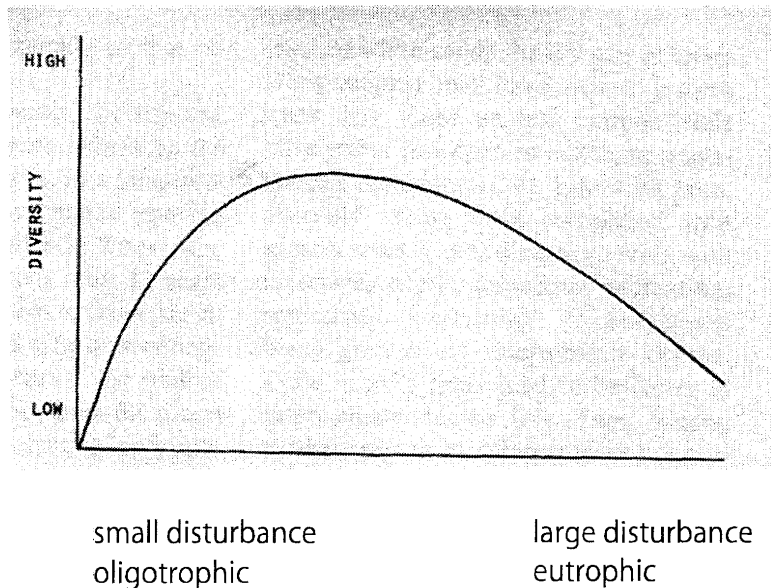


Fig. 4. Relation between biodiversity and disturbance and eutrophication.

ように人手を加えることで、干潟の生物生産性と生物多様性を高めることができると述べている。

具体的には栄養分の少ない干潟には栄養豊富な浚渫土を混合して栄養分を高め、過栄養な干潟は海水交換をよくして、栄養分を減らすような人手を加えるのである。

このような発想に基づき、国分ら (2007) は、実際に英虞湾の貧栄養な前浜干潟に浚渫土を混合して人工干潟を造成し、造成前後のマクロベントスの種類数・個体数の変化を監視した。その結果、干潟の栄養度に手を加えることで、生物多様性と生物生産性が増大することが明らかになった、としている。

以上の4)と5)の結果をまとめると、Fig. 4のようになるだろう。すなわち、サンゴ礁や藻場に対する擾乱が非常に小さい場合と非常に大きい場合には生物多様性が小さくなるが、適度な擾乱のもとで、生物多様性は極大値をとる。また干潟の栄養度が非常に高くても、非常に低くても生物多様性は小さくなるが、適度な栄養度のもとで、生物多様性は極大値をとる。

## 6. 里山と里海の人手と生物多様性の関係の違い

里山の人手は、サンゴ礁や藻場に於ける擾乱と同様、その場の植生が極相にいかないようにかけられる。すなわち、人手をかけないと、西日本の里山では藪が茂り、最終的には潜

在植生であるシイやタブなど常緑広葉樹の森に変わってしまう。常緑広葉樹林は1年中林床に日があたらないために、植物相が貧困となり、落葉広葉樹林と比較すると、生息空間の多様性が著しく減少して、生物多様性は減少する。

このように、里山における人手は、主に、植生を極相にいかせないようかけることで、生物多様性を高くしている。

一方、里海における人手は2)と3)で述べたように、主に、生息空間の多様性を維持し・創りだすようかける(ピオトープの維持・創出)ことで、生物多様性を高くするのである。

## 7. 日本と欧米における人間と自然の関係

日本と欧米における自然と人間の望ましい関係に関する考え方には大きな違いがある。欧米では人間活動と自然を完全に切り離し、その間に緩衝地帯をおいて、自然を保護しようとする動きが主流である。一方“里山・里海”の発想に代表されるように、日本においては、自然と人間の共生関係は如何にして可能かという視点から、人間の自然への望ましい関わり方を中心にして環境保全を考えている (Fig. 5)。

どちらが良いかということは一概には言えないが、現在欧米では、“自然と人間を切り離す発想では持続可能な地球は実現できないのではないか”という反省が多く聞かれるようになってきて、Sato-umi 概念を検討しようという動きも始まっている (例えば、International EMECS Center, 2009)。

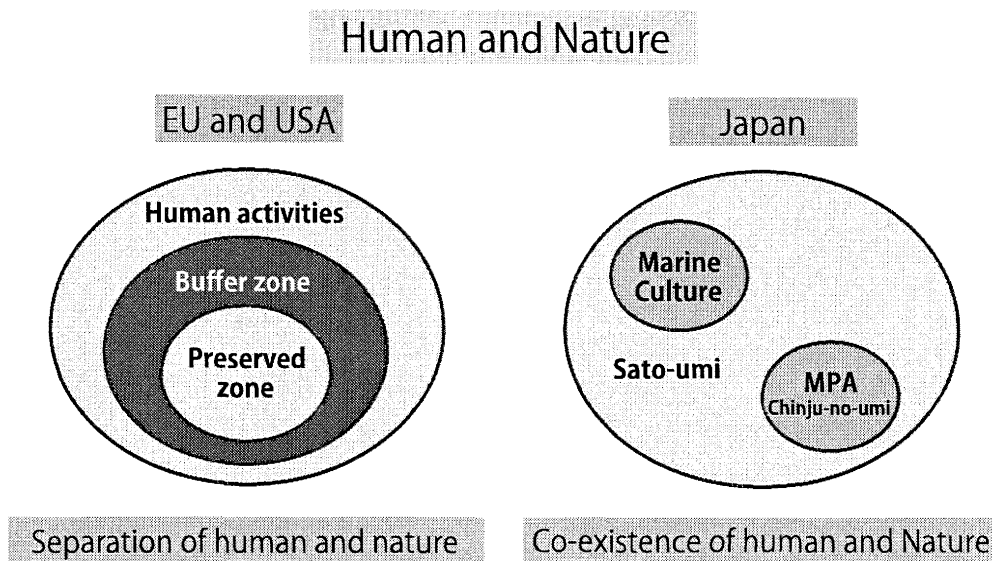


Fig. 5. Relation between human and nature in the Europe and United States (left) and Japan (right).

### 8. おわりに

里海において生物多様性を高めることは、局所的な生物多様性を高めることではない。共通のハビタット (例えば砂浜全域) 全域の生物多様性を高めることが基本である。砂浜に堤防を設置し、堤防に付着生物が着いたからと言って、堤防が砂浜全域の生息環境を破壊し、全域の生物を消滅させては、生物多様性を高めたことにはならない。

また、ミティゲーションは埋め立てなどで消失した生息地の代替地を保証することで、ネットロス = 0 を実現しようとする発想であるが、里海の発想はそれとは異なる。ミティゲーションなどの手法も含め、沿岸海域総体での望ましい自然と人間の関わり方を目指し、適切な人手をかけ続けることで、生物の生産性と多様性を高めようという発想が里海の基本である。

本研究は (独) 科学技術研究機構・社会技術研究開発事業「科学技術と社会の相互作用」による「海域環境再生 (里海創生) 社会システムの構築」(研究代表者：柳 哲雄) の一部であることを付記する。

### References

Connell, H. (1978): Diversity in tropical rain forests and coral reefs. *Science*, **199**, 1,302–1,310.

International EMECS Center (2009): International Workshop “Sato-Umi” Report. 138 pp.

鹿熊 信一郎 (2009): 沿岸海域における生態系保全と水産資源管理—沖縄県八重山のサンゴ礁海域を事例として。地域漁業研究, (印刷中).

上村 真仁 (2007): 石垣島白保「垣」再生—住民主体のサンゴ礁保全に向けて—。地域研究, **3**, 175–188.

萩原 徳治 (2008): 静岡県榛南地域における磯焼け対策への取り組み。人と海との共生を考えるシンポジウム東京会場講演資料, 全国漁業協同組合連合会, 13–21.

国分 秀樹, 高山 百合子 (2008): 干潟の特徴と再生実験。海洋と生物, **30**, 303–314.

国分 秀樹, 奥村 宏征, 高山 百合子, 湯浅 城之 (2007): 英虞湾の浚渫ヘドロを用いた事項干潟とアマモ場における底質と底生生物の変遷。海岸工学論文集, **1,251–1,255**.

森本 幸裕 (2008): 身近な生物多様性の保全。緑の読本, 資源環境対策臨時増刊, 2–10.

田和 政孝編 (2006): 石干見：最古の漁法。ものと人間の文化史 **135**, 法政大学出版社, 313 pp.

柳 哲雄 (1998): 沿岸海域の“里海”化。土木学会誌, **21**, 703.

柳 哲雄 (2006): 里海論。恒星社厚生閣, 東京, 104 pp.

## Human Interaction and Biodiversity

Tetsuo Yanagi <sup>†</sup>

### Abstract

The relation between the human interaction and the biodiversity in the coastal sea (Sato-umi) is discussed based on some examples. We can understand that the human interaction to make many kinds of habitats may raise the biodiversity in the coastal sea. On the other hand, the human interaction to stop the trend to the extreme condition of flora may raise the biodiversity in the forest (Sato-yama).

**Key words:** Sato-umi, Sato-yama, human interaction, bio-productivity, biodiversity

(Corresponding author's e-mail address: [tyanagi@riam.kyushu-u.ac.jp](mailto:tyanagi@riam.kyushu-u.ac.jp))

(Received 13 May 2009; accepted 21 July 2009)

(Copyright by the Oceanographic Society of Japan, 2009)

---

<sup>†</sup> Research Institute for Applied Mechanics, Kyushu University, Kasuga 816-8580, Japan