

水辺の自然環境 — 特に植生のはたらきとその保全について*

桜井善雄

信州大学繊維学部 応用生物科学科

Natural Environment of Littoral Zone: Especially on the Role of Vegetation and its Conservation

Yoshio SAKURAI

*Department of Applied Biological Science, Faculty of Textile Science and Technology,
Shinshu University, Ueda, 386 Japan*

Abstract

Littoral and riparian zones make a typical ecotone between terrestrial and pelegial or running-water habitats. Concerning to the characteristics and conservation of the environment of these zones, the following subjects are outlined and discussed.

(1) The natural environment of littoral zone. (2) Vegetations in littoral zone. (3) Ecological functions of littoral vegetations. (4) Fish habitat and littoral vegetations. (5) Avian habitat and littoral vegetations. (6) Dragonfly habitat and littoral vegetations. (7) Food plants of lepidopteran larvae and riparian vegetations. (8) Water-quality conservation and littoral and riparian vegetations. (9) The waterside landscape and littoral vegetations. (10) Causes of recent destruction of littoral vegetations in Japan. (11) Problems in the conservation of natural environment of littoral zone. (12) Restoration of littoral vegetations.

Key words: conservation, ecotone, littoral vegetation, littoral zone, waterside landscape

はじめに

湖沼や河川下流部の沿岸帯は、陸域と水域をつなぐ推移帯 (ecotone) として、動物群集に多様な生息場所を提供するとともに、変化に富んだ地域景観をつくる上でも重要な地帯である。植生を中心に、沿岸帯自然環境の構造と機能、およびその保全について概説する。

1. 沿岸帯の自然環境

植物の生育場所や、魚類、貝類、昆虫類、両生類、鳥類などの生息場所として湖沼や河川下流部の水辺を考える場合には、陸生物学でいう“沿岸帯”およびこれに隣接する陸域を対象にするのが適当

である。“沿岸帯” (littoral zone) について、Wetzel (1975) は Hutchinson (1967) の見解を引用して次のように定義している (図1)。

「真沿岸帯は季節的に現われる最高水位と最低水位の時の湖岸線間の地帯を指し、常に波しぶきをかまっている部分である。その外側 (沖側) に位置する外沿岸帯は、上部外沿岸帯または抽水植物帯、中部外沿岸帯または浮葉植物帯、および下部外沿岸帯または沈水植物帯に区分される。このような真沿岸帯と外沿岸帯とが一体となって沿岸帯を構成する。」

すなわち、沿岸帯というのは、高水位の時の水際線から湖内の沈水植物帯の最深部までの地帯であり、沖積地にある湖や湖岸に多少とも沖積地形

*この報文は、人と自然の博物館の公開シンポジウム「人と河川—共存に向けて」の講演をもとに加筆したものである。

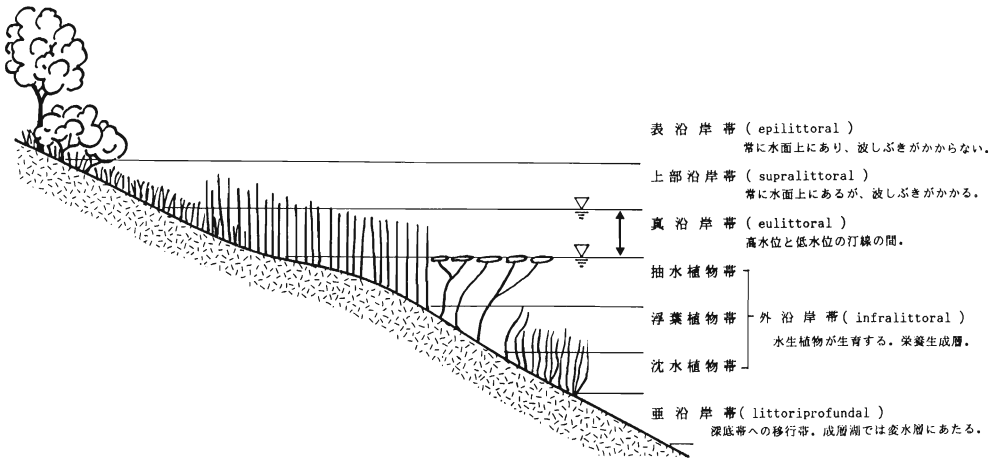


図1. 自然湖岸帯の生態的区分 (Wetzel, 1975 により描く).
 Fig. 1. Ecological zonation of the lakeshore (after Wetzel, 1975).

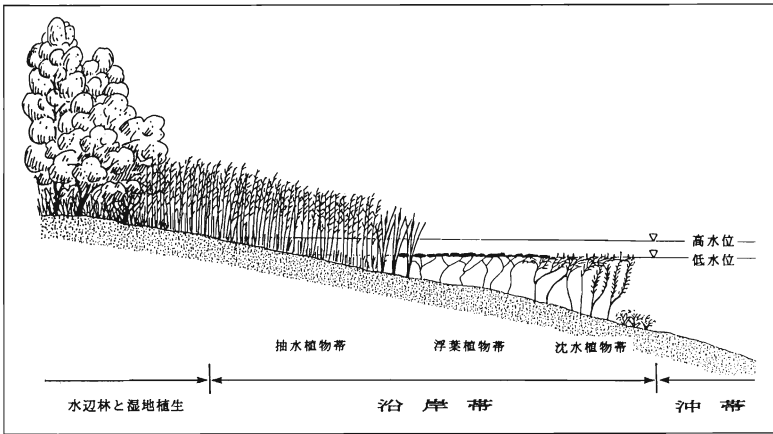


図2. 沖積地形の自然湖岸に発達する多様な生活形をもつ植物。
 Fig. 2. Plant communities of diverse life forms developed on the alluvial lakeshore.

をもつ湖では、水際線をはさんで緩傾斜の幅広い沿岸帯が形成され、後で述べるように環境諸条件、特に水条件の変化に富んだ生育地に特有の、さまざまな生活形をもつ植物の群落が発達する。図2は、このような植物群落が典型的に発達している沿岸帯の断面を、模式的に示したものである。

図2に示したような沿岸帯は、どこの湖岸にもみられるとは限らない。湖岸線付近の地形が急なほどその規模は貧弱になり、崖や岩礁の湖岸では、水中の植生を欠く場合が多い。また、湖が大きくて風の吹送距離が長く、強い波が打ち寄せる湖岸や、流入河川の影響などで絶えず砂礫の移動があ

る湖岸では、緩傾斜の地形であっても湖岸線付近の植生は発達せず、砂や小石の浜になる。

しかしわが国で、人間の生活や産業活動などとの関係が深い地域にある湖では、現在は湖岸改修などによってそれが失われているにしても、もともと図2のような湖岸形態をもっていた湖が多く、このような沿岸帯の生態的な構造とその機能は、湖岸だけでなく河岸も含めて、水辺の自然環境の保護・保全や復元を考える場合のよりどころとなるものである。

生態学では、沿岸帯のように二つの性質の異なる環境が隣接し、その間に環境諸条件の傾斜

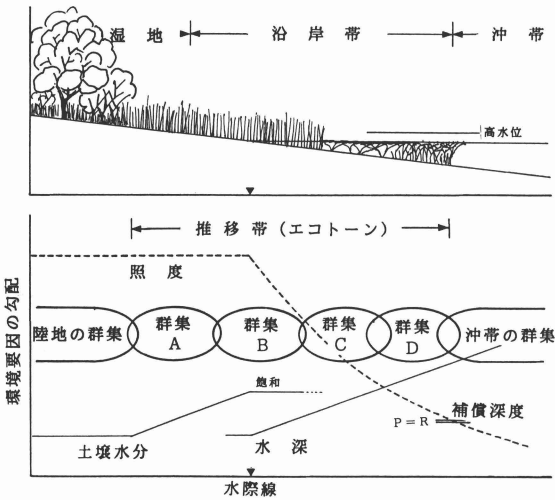


図3. 沿岸帯エコトーンにおける環境諸条件と生物群落の移りゆきを示す概念図。

Fig. 3. Transition of environmental conditions and biotic communities in a littoral ecotone.

や、それに伴う植物群落、動物群集の移りゆきが見られるような地帯を、エコトーン (ecotone, 推移帯または移行帯) と呼んでいる。エコトーンでは、変化に富んだ環境条件が、多様な生活形または種からなる植物の群落や動物の群集の生存を可能にしているが、沿岸帯はまさにエコトーンの典型である。図3は沿岸帯エコトーンの特徴を概念的に示したものである。

2. 沿岸帯の植物

図2のように、湖の沿岸帯の植物群落は、その生活形によって5つの部分に分けられる。さらに図には描かれていないが、浮漂植物を加えると、狭い地域であるにもかかわらず、沿岸帯には6つの異なった生活形の植物が見られることになる。これらの植物の局所的な分布を支配している環境の主な要因は土壌水分と水深であり、この地帯の環境が変化に富んでいることをよく示している。

以下、湖岸帯にみられるそれぞれの生活形について、代表的な種と、生態学およびその他の特性のあらましを説明する。

(i) 水辺林

水辺林というのは、沿岸帯からその内側(陸側)にかけて生育する木本植物の群落の通称であり

(図4)、水際線の近くにあつて根系の多くの部分が地下水位より深部にまで分布している軟木帯と、それより高い土地に生育して根系の大部分が地下水位より上に分布する硬木帯に分けることがある。このうち軟木帯の樹木は、しばしば湿生植物帯の草本群落と混生している。次は、わが国にみられるそれぞれの主な樹種の例である。

軟木帯：ヤナギ類、ハンノキ、ドロノキ、ウメモドキ、カンボク、ノリウツギなど。

硬木帯：ハルニレ、ヤチダモ、カラコギカエド、サワグルミ、エノキ、コナラなど。

これらのうち湖や河川の水辺に生育するヤナギ類には多くの種類があり、*Salix* 属(ヤナギ属)に属する種のほとんどは、挿木繁殖が容易で、成長と再生力が旺盛であり、また細かい根が密に発達した根系をもち、低木~亜高木性の種(ネコヤナギ、イヌコリヤナギ、カワヤナギ、タチヤナギ、キヌヤナギ、など)は地上部も柔軟なので、いわゆる植生護岸などに用いられる有用な木本植物である。

水辺林は地表の草本植物群落とともに、陸地からの面的な汚濁源の流入を防ぎ、枝が水面に影を落して魚のかくれ場をつくり、また水面にのびた枝葉から落下する陸生昆虫は魚の餌になる。さらに、水中に供給される落ち葉やそのデトリタスは、水生昆虫や底生動物にすみ場や食物を提供する。そのほかに水辺の陸上の林は、野鳥に餌、営巣場



図4. 水辺林。

Fig. 4. The waterside grove.

所、およびねぐらを提供し、またホタルやトンボ類にとっても、成虫のかくれ場や採餌場所（トンボ類）として役立っている。

水辺林は、種の構成においても、また高木から低木までの階層構造においても、多様なほど生物のすみ場としてすぐれている。またこのような水辺林は、後述のように、人々に安らぎを与える水辺の景観をつくり出す主役でもある。

(ii) 湿生植物帯

水際線に近い地下水位の高い陸地には、湿生植物の群落が発達する。この湿生植物帯には、前記のように、しばしばヤナギ類、ハンノキ、ノリウツギのような軟木帯の樹木が混生することがある。洪水や埋め立てその他の土木工事によって新たにできた湿った裸地には、イヌビエ、ケイヌビエ、サヤヌカグサ、アメリカセンダングサ、ミゾソバなどが優占するが、しばらく経過すると、次第にヨシやガマ、あるいはスゲ類、ヒメシダなどが優占する群落に遷移していく。また多少地面が高い乾いた場所には、オギやセイタカアワダチソウなどが優占する。ヨシ群落は、最も地下水位の高い水際付近を占めるのがふつうで、そのまま水中の群落に移行する場合が多い。

湿生植物群落には、スゲ類やヨシのほか、立地の環境条件や安定度によっては、アヤメ、ミソハギ、リュウキンカ、ミズバショウ、サワオグルマ、ワスレナグサなどのような美しい花をつける植物も生育し、人々の目を楽しませる。

水域を取り巻く湿生植物帯は、水辺林とともに、周囲の陸域からの汚濁質の流入を阻止するほか、高水時の波による湖岸帯の侵食を防ぐはたらきもある。

湿生植物帯はまた、動物の生息環境としても大切な役割をもっている。水際の湿地の草むらは、トンボやホタルの羽化の場所、さまざまな昆虫・小動物のすみ場となり、また水辺のやや規模の大きなヨシ原では水鳥が繁殖する。さらに湿地や陸部にひろがる広いヨシ・オギの草原は野鳥の営巣地や集団ねぐらとして利用される。

(iii) 抽水植物帯

抽水植物は、水底の土に根をはり、茎や葉を水面上に出す植物で、ヨシ、マコモ、ヒメガマなどがその代表である（図5）。このほか、わが国で



図5. 抽水植物、ヨシの水中群落。

Fig. 5. Emerged communities of reed, *Phragmites australis*.

はあまり大きな群落はみられないが、フトイ、ショウブ、ミクリなども広く分布している。サンカクイ、カンガレイ、コウホネ、ミツガシワなども丈の低い抽水植物である。

抽水植物群落は、その水中に沈んでいる部分の体表につく付着生物の群集や、群落内に生息する巻き貝類など小動物のはたらきをとおして、有機物の分解、栄養塩の吸収など、湖水の浄化にも寄与している。

抽水植物群落が生える湖の沿岸帯は、魚類、エビ類、両生類、トンボなどが産卵し、その子供が育つ場所として、特に大切な役割を果たしている。

ヨシは、大型抽水植物の中でも分布が広く、その群落の生態的なはたらき、護岸作用、資源供給などの面からみて、特に重要である。しかしその群落面積は、近年急速に減少している。

(iv) 浮葉植物帯

浮葉植物は、ヒシ類、アサザ、ジュンサイなどのように、底土に根をはり水面に葉を浮かべる植物で、その群落は、魚類、エビ類、両生類、トンボ類などの産卵や、その子供が育つ場所として重要である（図6）。またこのような植物は、水中に沈んでいる部分の表面や付着生物によって、プランクトンの増殖の原因となる栄養塩を湖水から吸収するほか、水面をおおう葉が水中への日光の透過をさえぎって、植物プランクトンの増殖を抑制する。富栄養化した湖における浮葉植物のこのような役割は、全湖面積に対する沿岸帯面積の比が大きい湖ほど、相対的に大きくなる。



図 6. 浮葉植物，アサザの群落。

Fig. 6. Community of floating-leaved plant, *Nymphaoides peltata*.

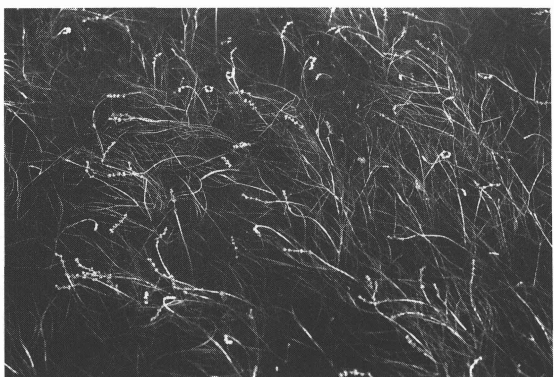


図 7. 沈水植物，リュウノヒゲモの群落。

Fig. 7. Community of submerged plant, *Potamogeton pectinatus*.

浮葉植物の中で、ヒツジグサやアサザは美しい花をつけ、またヒシの実や粘液質におおわれたジュンサイの若芽は、食用野草として珍重される。オニバスの生育地は近年激減している。

(v)沈水植物帯

沈水植物は、エビモ、ササバモ、セキシヨウモ、コカナダモなどのように、水底の土に根をはり、茎や葉などの栄養器官もすべて水面下にある植物の一群である(図7)。花は水面上で咲くものが多い。これらは他の生活形の群落の中に混生することもあるが、沿岸帯の植物群落の最先端(最深部)に生育することが多く、その分布限界の水深は、おおむね沖帯の補償深度に相当する。

沈水植物の群落もまた、すでに述べた2つの生

活形の水生植物と同じように、水質浄化や沿岸帯の動物群集の生息に役立っているが、生育できる限界水深は、湖水の透明度の低下によって制限され、アオコが大発生するような湖では、種類が減少するばかりでなく生育面積も激減し、その生育がほとんどみられなくなった湖もいくつか知られている。

(vi)浮漂植物

根が水底に達せず、全体が水面に浮き漂って生活している植物の一群を浮漂植物という。ウキクサ類、サンショウモなどは小型の浮漂植物であり、西日本の各地の湖や用水路に大繁殖して問題になるホテイアオイや、同地方の各地で最近見られるようになったボタンウキクサもこの仲間に入る(図8)。

浮漂植物は成長のために必要な栄養塩をすべて水中からとるため、ホテイアオイのような大型で成長の速い植物は、水中から効率的に窒素やりんを吸収・除去する。このはたらきを利用した生活排水などの処理について、多くの基礎試験が行われている。

3. 沿岸帯植物群落の生態的機能

前項で述べた沿岸帯にみられる多様な生活形の植物群落の生態的なはたらきや、それに関連した人間の生活との関係などをまとめると、表1のようになる。ただし、このようなさまざまなのはたらきは、植物の種類、群落の規模、植物群落が発達



図 8. 浮漂植物，ホテイアオイとウキクサの群落。

Fig. 8. Community of free-floating plants, *Eichhornia crassipes* and *Spirodela polyrhiza*.

表1. 沿岸帯植物のさまざまなはたらき.

Table 1. Versatile functions of the waterside vegetations.

はたらき		植物群落	水辺林	湿地植物群	抽水植物群落	浮葉植物群落	沈水植物群落
動物のすみ場	魚・えび類の産卵と稚魚・幼生のすみ場				○	○	○
	野鳥の営巣・育雛・かくれ場		○	○	○	+	
	野鳥への餌の供給		○	○	○	○	○
	昆虫類・両生類のすみ場と餌の供給		○	○	○	○	○
	底生動物や貝類への餌の供給		+	+	○	○	○
	付着生物の着生基体				○	○	○
そ	水質の浄化	土砂や汚濁物質の流入阻止	○	○	○	○	+
		有機物の分解浄化		○	○	○	○
		湖水と底泥から栄養塩の吸収			○	○	○
		植物プランクトンの抑制			○	○	+
の	湖岸の保護	密生した根茎による侵食防止	○	○	○		
		密生群落による波消しとしぶき防止	○	○	○	+	+
他	資源の供給	人間の食べ物	○	○	○	○	○
		生活用品の材料	○	○	○	+	+
		家畜の餌と農地の肥料	○	○	○	○	○
	おだやかな水辺景観の形成		○	○	○	○	+

する沿岸帯の面積と沖帯の面積の比、季節、等々によってかなり異なるものである。したがって表1は、そのあらましをまとめたものに過ぎない。

表1をみると、湖の自然環境保全に関連してとり上げられるほとんどの問題が、沿岸帯の植物群落のはたらきに関係をもっていることがわかる。したがって、沿岸帯の植生とその生育環境である湿地や浅水帯の保全は、水質の保全と並ぶ水域環

境保全の重要な課題である。

4. 魚類と沿岸帯の植生

中国江蘇省の湖沼地帯の漁民のあいだに「草多ければ魚多し」という諺があるというが(中国科学院南京地理研究所, 1982), 沿岸帯の植物群落は、魚類、えび類、貝類など水産生物増殖の母体である。

琵琶湖では表2のように、25種をこえる魚が生活史の一時期または全期間をとおして、その生活をヨシその他の水生植物帯で過ごし(鈴木, 1986), 沿岸帯に依存する魚介類は、重量においてこの湖の漁獲高の75%, 金額において50%近くを占めている。

近年、水質汚濁(特に富栄養化による透明度の低下)、護岸工事や沿岸帯のしゅんせつ、または行き過ぎたソウギョの放流(桜井, 1985 b)などによって、抽水植物やそのほかの水生植物群落がなくなり、魚やエビ類の漁獲量が低下した湖がいくつも知られている。

5. 野鳥と沿岸帯の植生

大型の抽水植物群落の水際部では、カイツブリやオオバンなどが営巣し、また冬期にわが国に飛

表2. 琵琶湖の沿岸帯植物群落に依存する動物群落(鈴木, 1986).

Table 2. Animal community depending on the littoral vegetation in Lake Biwa (Suzuki, 1986).

魚の産卵場所	コイ、ニゴロブナ、ゲンゴロウブナ、ヒワラ、ワタカ、ホンモロコ、タモロコ、カワバタモロコ、カムルチー、ゼゼラ、モツゴ、ナマズ、ビワコオオナマズ、メダカ
稚魚の生息場所	コイ、ニゴロブナ、ゲンゴロウブナ、ヒワラ、ホンモロコ、タモロコ、ワタカ、カムルチー、ゼゼラ、モツゴ、ナマズ、カネヒラ、ギギ、タナゴ類、オイカワ
成魚の生息場所	タイリクバラタナゴ、タネヒラ、タビラ、ヤリタナゴ、アブラボテ、イチモンジタナゴ、ヒガイ、カワバタモロコ、ナマズ、カムルチー、ウキゴリ、ヨシノボリ
その他	甲殻類(スズエビ、テナガエビ等) 水生昆虫(ユスリカ、カゲロウ、トンボ、イトトンボ等の幼虫、タイコウチ、ゲンゴロウ、タガメ)
貝類	(カワニナ類、ヒメタニシ、モノアラガイ等)
鳥類	(繁殖時……カイツブリ、オオヨシキリ、ヨシゴイ、バン、ヒクイナ等)
両生類	ねぐら・休息場……ツバメ、コガモ、マガモ、カルガモ類(オタマジャクシ)



図9. ヨシ群落にかけられたオオヨシキリの巢。
Fig. 9. Nest of great reed warbler, *Acrocephalus arundinaceus*, built in reed community.

来するガン・カモ類は、湖岸にヨシやヤナギ類の群落がある地先の水面に集まる傾向の強いことが、琵琶湖における調査で明らかにされている(須川, 1991)。また、水辺のやや規模の大きなヨシ原では、カルガモ、バン、ヒクイナ、ヨシゴイなどの水鳥が繁殖し、さらに陸部に広がる広いヨシ原は、オオヨシキリ、セッカなどの営巣地となり、

またムクドリや渡りの前のツバメの集団ねぐらとしても利用される(図9)。

これらの鳥類が水辺の植物群落を利用し、そこに生活するには、一定以上の面積がなくてはならない。オオヨシキリの繁殖のために必要な面積を考えてみよう。

淀川水系での調査(山岸, 1991)によれば、幅30m または400m 以上のヨシ原では、1.25ha 当たりそれぞれ4 または10個のオオヨシキリの巣が発見されたが、幅5 m 足らずのヨシ原には巣が発見されなかった。また千曲川のヨシ原でオオヨシキリがつくる“なわばり”の面積は、最小で447m²、最大で2,056m²、平均856m²と報告されている(羽田・寺西, 1968)。このようななわばりが、20~30個成立するようなまとまったヨシ原(これはヨシだけでなくオギヤススキのほか低木~亜高木のヤナギなどが混生した群落をさしている)がないとオオヨシキリにとっては良好な生息環境とはいえない。

以上のような水辺の植物群落が、質・量の両面で劣化すると、生息する鳥類は急激に減少する。諏訪湖にその好例がみられる。近年、諏訪湖では

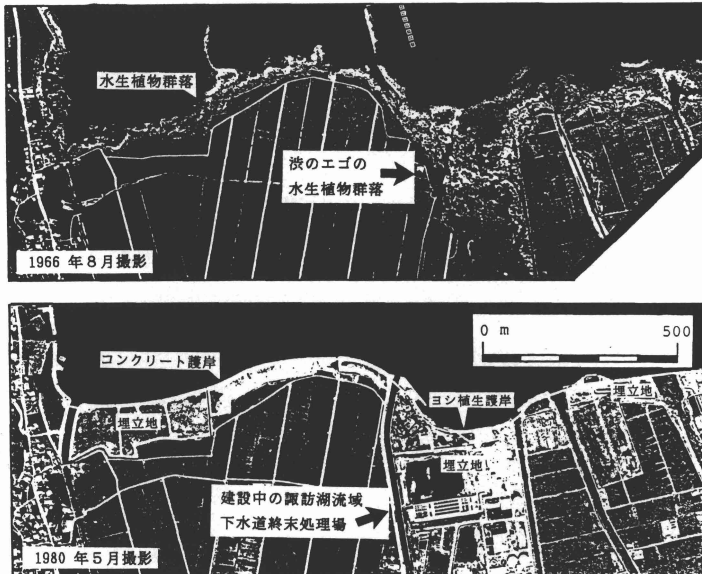


図10. 諏訪湖における沿岸帯の浚渫と埋め立てによる植物群落の消失。
Fig. 10. Extinction of littoral vegetation caused by dredging and reclamation in Lake Suwa, Nagano Pref.

表3. 諏訪湖における沿岸帯の浚渫と埋め立てによる鳥類相の変化.

Table 3. Decrease in diversity of avian fauna after the extinction of littoral vegetation caused by dredging and reclamation in Lake Suwa.

	工 事 前	工 事 後
	1972年3月-10月	1983年4月-1984年3月
	浚 の エゴ	諏訪湖 全城
ガ ン カ モ 科	20	12
サ ギ 科	8	5
シ ギ 科	22	4
チ ド リ 科	8	3
カ イ ツ プ リ 科	1	2
カ モ メ 科	—	2
ク イ ナ 科	2	2
カ ワ セ ミ 科	—	1
カ ワ ガ ラ ス 科	—	1
ウ グ イ ス 科	2	2
そ の 他 の 科	9	—
合 計	72	34

注； 浚のエゴ調査委員会(1973)および日本野鳥の会諏訪支部(1985)の報告から作成した。

汚濁防止対策の一環として沿岸浅水域の浚渫と埋め立て、および面積約7 haの入り江(浚のエゴ)の埋め立てがおこなわれ、図10に示すように、ヨシ、マコモ、ミクリを主とする湖岸の植物群落が消滅した。その結果、この湖に生息する水鳥の種類は、表3のように72種から34種に減少した。

6. トンボと沿岸帯の植生

トンボ類の多くの種の生息にとって、産卵、幼虫の餌になる小動物の生息、羽化の際のよりどころ、成虫の採餌・かくれ場などの面で、水辺の植



図11. 64種のトンボが生息する静岡県磐田市の桶ヶ谷沼.
Fig. 11. Okegaya-Numa Marsh in Iwata City, Shizuoka Pref. 64 species of dragonflies live in this marsh.

生は不可欠である。静岡県磐田市の桶ヶ谷沼には、わが国にすむ200余種のトンボのうち実に64種が生息しているが、この池沼には、図11のように、開水面をとりまいて多様な生活形から成る水生植物群落や水辺林が、トンボ類の生息環境としては理想に近い状態に存在している。

筆者の研究室でも、上田市とつくば市の溜池にすむトンボの種数と池岸帯植生の関係について調査し、図12のような結果をえている。

7. チョウ類の生息と沿岸帯の植生

湖岸や河岸に生育する植物のなかには、チョウ類の食草となるものが少なくない。人里にみられるチョウ類の種のかなりの部分が、このような場所の自然植生に依存しているといわれている。長野市の犀川の水辺林では、1年に3回の発生があ

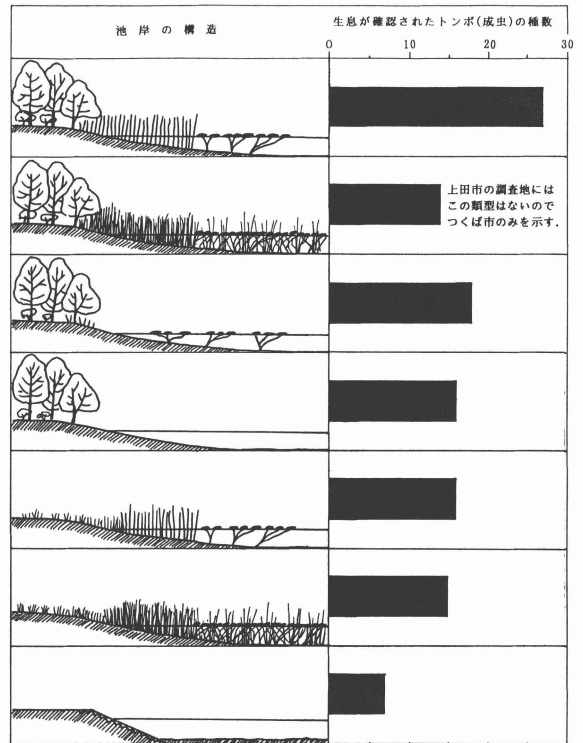


図12. 溜池の池岸植生と生息するトンボの種数(上田市とつくば市における調査結果).

Fig. 12. Relationships between the type of pond-shore vegetation and the number of inhabiting dragonfly species (from the results of surveys in Ueda and Tsukuba).

表4. 河岸帯にみられるチョウの食草 (浜栄一, 私信).

Table 4. Food plants of lepidopteran larvae found in riparian zone (E. Hama, pers. comm.)

場所	植物名	繁殖が期待されるチョウ	
堤防の天端や法面	クローバー・ウマゴヤシ (マメ科) スイバ・ギシギシなど (タデ科) ウマノスズクサ (ウマノスズクサ科) コマツナギ (マメ科) ツメレンゲ (ベンケイソウ科)	モンキチョウ ベニシジミ ジャコウアゲハ ツバメシジミ・モンキチョウ・ミヤマシジミ クロツバメシジミ (ただし近くの産地から卵・幼虫などを移す必要がある) イチモンジ・アサマイチモンジ	
	スイカズラ (スイカズラ科)		
護岸や高水敷	ヤナギ (特にウンリュウヤナギ・シダレヤナギを含むこと) エノキ (ニレ科) クヌギ (ブナ科) オニグルミ (クルミ科) トネリコ (モクセイ科) ススキ (イネ科) ヨシ・ツルヨシ (イネ科) クララ (マメ科) ナンテンハギ (マメ科) イボタノキ (モクセイ科) クロウメモドキ・クロツバラ (クロウメモドキ科)	コムラサキ・ヒオドシチョウ ゴマダラチョウ・オオムラサキ ミズイロオナガシジミ・ウラナミアカシジミ オナガシジミ チョウセンアカシジミ (分布は局限) ジャノメチョウ・セセリチョウ科の数種 ヒメジャノメ ルリシジミ・オオルリシジミ (可能性も) ツバメシジミ・アサマシジミ ウラゴマダラシジミ スジボンヤマキチョウ・ヤマキチョウ	
	中州	カワラケツメイ (マメ科) コマツナギ (マメ科) ハハコグサ (キク科) カナムグラ (クワ科) ツメレンゲ (ベンケイソウ科)	ツマグロキチョウ ツバメシジミ・モンキチョウ・ミヤマシジミ ヒメアカタテハ キタテハ クロツバメシジミ

る、雌がなわばり行動を示す、集団ねぐらをもつ、など、きわめて特異な生態を示すコムラサキの生息が報告されている(長田・浜, 1992). また浜(私信)は水辺に生息するチョウと食草の関係を表4のようにまとめており、清(1988)は、河原にみられる植物群落の遷移の各々の段階におけるチョウと食草の関係を図13のように示している。これらの資料は、チョウ類の生息環境としての湖岸・河岸帯植生の保全を考える場合に役立つ。

8. 水質の浄化と沿岸帯の植生

図14に示したように、沿岸帯や流入河川の河岸帯のすべての植物群落は、それなりに水質の浄化に寄与しているが、湖面積全体に対して沿岸帯の占める面積が少ない湖では、その効果はあまり期待できない(渡辺・桜井, 1984). だからといってそのような湖では、沿岸帯の植生が不要のではなく、むしろその多様な生態学のおよびすぐれた湖岸景観形成のはたらきに注目しなくてはならない。

沿岸帯の植生による水質浄化機能とその貢献の程度を評価するめやすとして、自然群落だけでなく、水質浄化のために造成された群落についても

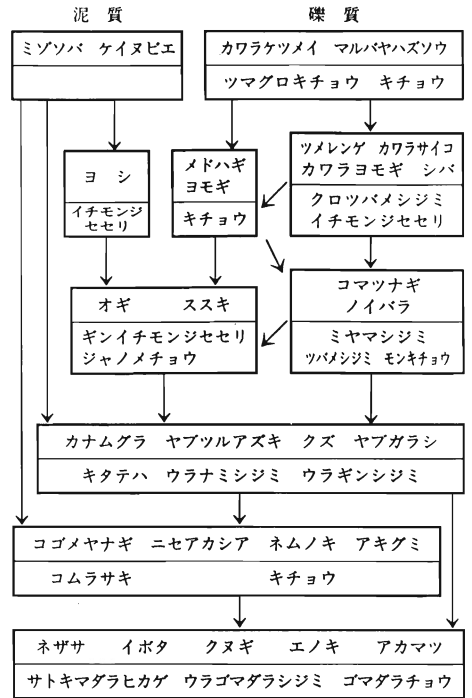


図13. 河原における植物群落(上段)とチョウ類群集(下段)の遷移(清, 1988による).

Fig. 13. Succession of riverbank vegetation accompanied by the succession of butterfly community (after Sei, 1988)

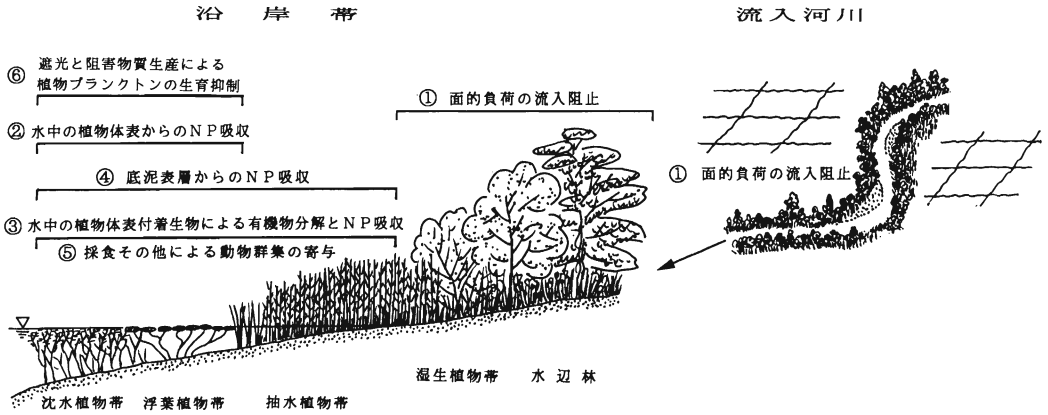


図14. 沿岸帯および河岸帯の植生による水質の浄化。
 Fig. 14. Water purification by littoral and riparian vegetations.

測定された単位面積当たりのBODの除去速度の実測値をまとめて図15に、また水生植物植物の窒素とりんの含有量および自然群落の純生産速度から計算したこれらの栄養塩類の吸収速度の期待値を、図16に示した(桜井, 1988より作成した)。

9. 水辺の景観と植生

湖岸・河岸帯の植生は、野生生物の生息環境としてだけでなく、人の心をひきつけある種の安心

感を与える景観の構成要素としても重要な役割をになっている。このような問題について筆者は、全国の2550人の人々を対象に、さまざまな景観をもつ湖岸の30の写真を用いて、“好ましい”から“好ましくない”までの5段階の評価をしてもらう方式のアンケート調査をおこなった(桜井, 1987, 1991b)。その結果を要約して、各々の景観に含まれる景観構成要素(表5)と評価結果の関係を示せば、図17のようになる。

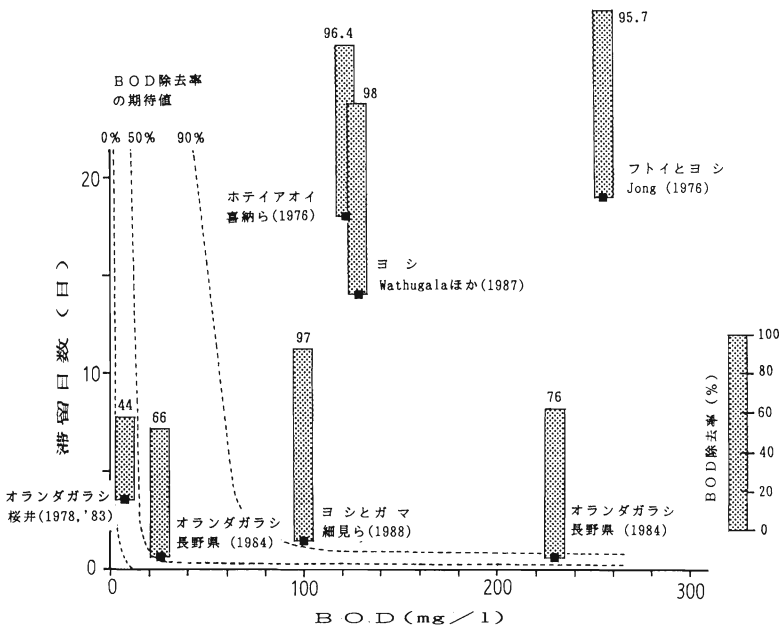


図15. 大型抽水植物、オランダガラシおよびホテイアオイによる生活排水の浄化。
 Fig. 15. Purification of municipal sewage by the vegetations of emerged macrophytes, watercress and water hyacinth.

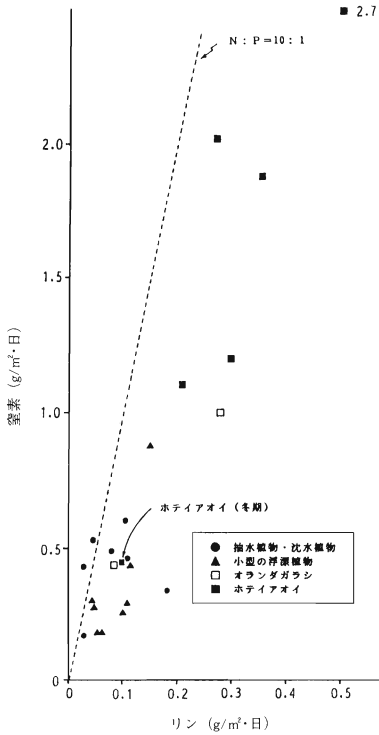


図16. 水生植物群落による窒素およびリンの除去速度の推定値（植物の窒素・リン含有量と植物群落の純生産速度から計算した）。

Fig. 16. Expected removal rate of nitrogen and phosphorus from water by aquatic macrophyte communities.

図のように、人々が好ましいと評価する湖岸景観は、これまで述べたような野生生物の生息環境をより多く含む可能性をもっていることがわかる。またこのアンケート調査では、同時に、「水辺」という言葉からの連想について13の選択肢を示し、複数選択をしてもらったが、その集計の結果は図18のとおりで、人間の休息空間としての水辺の見方について、動植物の生育・生息環境としての認識の高いことがわかる。

このような筆者がおこなった方式の水辺景観に関するアンケート調査は、その後滋賀県（1989）および東京都（1992）によってもおこなわれており、上記とほぼ同じ傾向の結果がえられている。

以上のような成果は、“景観生態学”（landscape ecology）や水辺の自然環境保全に対して、重要な示唆を与えるものである。

表5. アンケート調査に使用した30の湖岸景観に含まれる景観構成要素の分類。

Table 5. Classified physiognomical components in 30 lakeshore landscapes (photographs) used for opinion survey.

区分	景観の構成要素
自然の要素	① 汀線を含む緩傾斜の地形
	② 湿生および抽水植物の群落
	③ 浮葉および沈水植物の群落
	④ 表沿岸帯とその内部陸域の樹叢
	⑤ 砂浜
人工の要素	(A)
	⑥ 汀線をはさんで段差のある地形
	⑦ コンクリート壁、石垣等の護岸
	⑧ 建築物、栈橋、等
	⑨ 広告等彩色された構造物
	(B)
	⑩ 自然景観に似せた配石
	⑪ 緩傾斜の石張り護岸

	類型区分
A	もっとも好ましい
B	好ましい
C	どちらかといえば好ましい
D	どちらともいえない
E	どちらかといえば好ましくない
F	好ましくない

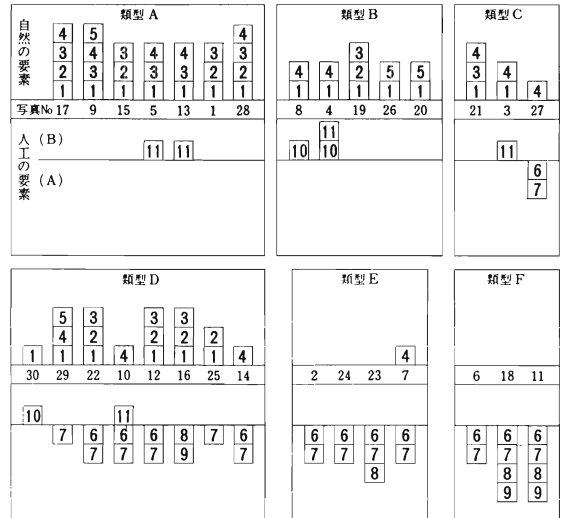


図17. アンケート調査による湖岸景観の評価（A～F）と景観構成要素との関係、図中の□の数字は表5の数字に対応する。

Fig. 17. Relationship between the results of evaluation of desirability from opinion survey and the physiognomical components of lakeshore landscapes. Figures in boxes indicate the physiognomical components of the same figure shown in Table 5.

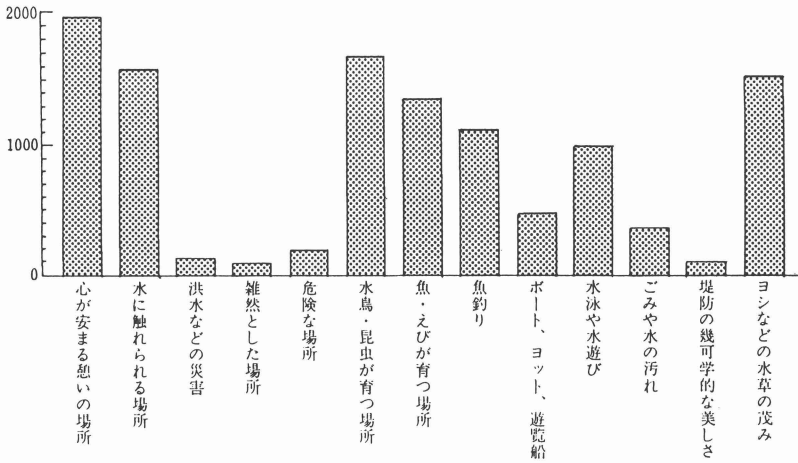


図18. 「水辺」という言葉からの連想. 2,550人による任意複数選択の集計結果.

Fig. 18. Ideas associated with the word "Waterside". The result obtained from opinion survey by means of free plural choice.

10. 近年のわが国における沿岸帯植生の劣化

近年わが国においては、各地の湖沼や河川で沿岸帯植生の減少と劣化がかなりの速度で進行している。その原因としては、次のようなことが考えられる。すなわち、

- (1) 堤防の建設、埋め立て等の土木工事による沿岸浅水帯の消滅および改変、
- (2) 湖水の富栄養化によるアオコなど植物プランクトンの大発生、および沿岸帯における糸状藻類（アオミドロ、クラドホラなど）の大発生、
- (3) 洪水時に流入した材木、竹竿や古タイヤなどが波浪により群落上をころげまわることによる破壊、
- (4) 植物群落の地先の湖底の浚渫による湖岸浅水帯の侵食の促進、
- (5) 堤防の外法の脚部に連続して打ち込まれる鋼矢板による堤内地（陸部）から堤外（湖盆）への地下水の流通の遮断がひきおこす群落立地の土壌の嫌気化の促進。

霞ヶ浦や琵琶湖のような大湖やその他のわが国の湖において、残存しているヨシ群落の先端（沖側）部分が島状あるいは株状に孤立し、やがて根元の土が侵食されて株が倒壊し、群落が次第に破壊され、湖岸に向かって後退していく現象（図19）が、最近各地で観察されている。その原因は、上

記のようなさまざまな要因の複合によるものと考えられる（桜井ほか，1992）。

11. 沿岸帯自然環境の保全

わが国ではこれまで、湖岸帯の自然環境の保全をないがしろにしてきた。現在は、その保全の理論的な根拠をさらにくわしく解明するとともに、一方ではどうしても必要な治水・利水対策と沿岸帯自然環境の保全を両立させるための技術と制度を確立することが、重要な課題となっている。そ



図19. 霞ヶ浦における水中のヨシ群落の株化・崩壊現象（1991）。

Fig. 19. Destruction and retreat of emerged reed community in Lake Kasumigaura, Ibaragi Pref. (1991).

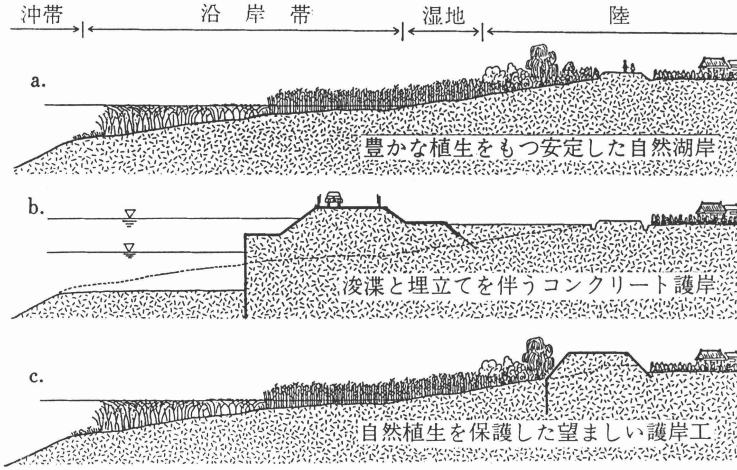


図20. 湖岸における“引き堤”を示す概念図。

Fig. 20. Backward displacement of levee on the lakeshore.

の場合特に考慮しなくてはならないことは、必要な植物群落の質（群落構成種や生活形）と構造（群落の密度・高さの多様性、階層構造など）、ならびに規模（群落面積）であり、沿岸帯の改変に伴う保全対策や生息環境の造成との関連では、群落面積の確保がまず第一に考慮されなければならない。

野生生物の永続的な生存を支える環境の質と量に関する情報は、自然度の高い湖の沿岸帯でおこなわれる生態学的な調査によってえられるものであるが、沿岸帯にすむたくさんの生物の種類について、そのような情報の蓄積と、保全対策の実際に役立つような整理は、わが国ではまだ十分とはいえない現状である。

表1について述べたように、湖の沿岸帯の幅広い生態的なはたらきをになっているのは、多様な生活形からなる植物群落である。したがって湖の沿岸帯の自然環境を保全するためにまず大切なことは、現在あるこのような植物群落とその立地条件を保護することにある。現存する植物群落は、その場所の立地の環境諸条件にしたがって自然に成立し、その場所の生態系の構成部分として動物群集を育ててきたものであるから、まずその保存を考えるのが、その場所の自然環境保全対策のもっとも近道である。

しかし一方、治水などの必要上、沿岸帯の自然環境に手を加えねばならない場合も当然起こりう

ることである。その場合、自然環境の保全と必要な改変を両立させるために、もっとも基本的であり、まず考えねばならない対応策は、「引き堤」であろう。図20は湖岸における引き堤を概念的に示したものであり、図21は霞ヶ浦の湖岸の一部におけるその実例である。

引き堤によって生息環境を保存する場合にも、また生息環境を新たに創造する場合にも、上述のように、その質だけでなく量（面積）についての配慮が大切である。すでに述べた諏訪湖の例では、入り江を埋め立てた湖岸に幅5mのヨシ群落を長さ200mにわたって造成したが、これは野鳥や魚



図21. 霞ヶ浦の湖岸にみられる“引き堤”。

Fig. 21. Backward displacement of levee in lake Kasunigaura.



図22. 吹き寄せられたアオコに覆われた沈水植物と浮葉植物の群落 (霞ヶ浦, 1975).

Fig. 22. Submerged and floating-leaved communities covered by drifted mat of blooming phytoplankton, *Microcystis* sp., in Lake Kasumigaura 1975.

類の生息環境としてはほとんど役立っていない。野鳥の生息環境としての独立したヨシ原は、まわりの状況にもよるが、最小限、幅10~20m、長さ数百mは必要であろう。

また水中の植物群落は、魚類やエビ類などの産卵や稚魚の生息場所としても重要な場所であるが、そのために必要な植生の面積についてはあまり情報がない。しかし、さまざまな水域の状況を総合して、水中の抽水植物、および浮葉・沈水植物の3つの生活形の群落をあわせて、湖岸線に直角の方向に少なくとも10m以上の幅をもって、かなりの範囲にわたって分布する必要があると考えられる。

なお、生息環境の保存、造成を計画する場合には、その場所に現在生息しているか、またはかつて生息していてその復活を望む野生動物のそれぞれの種について、餌、営巣・繁殖の場所、ねぐら・かくれ場、等々、かれらの永続的な生存を保証する諸条件を保全あるいは復元してやる必要があるが、全体計画としては、群集の中で食物連鎖のより上位に位置し、かつより広い行動圏をもつ動物の生息を目標にすることが望ましい。それが実現されるためには、それより下位に位置する動物の生息が保証されていなければならないからである。

富栄養化した湖にみられるアオコのような植物



図23. 沿岸帯の土壌の嫌気化により根系が浅くなり、台風で倒れたヤナギ (霞ヶ浦, 1991).

Fig. 23. Falling down of a willow tree caused by progressing anoxic condition of littoral soil and strong wind, in Lake Kasumigaura, 1991.

プランクトンも、風で吹き寄せられて水面に泥状のマットを形成するほどに大発生すると、沈水植物だけでなく時には入り江の浮葉植物群落にも大打撃を与えることがある (図22)。霞ヶ浦では1970年代の後半に、富栄養化の進行につれて沈水植物群落はほとんど壊滅したし、また湾部に吹き寄せられたアオコの軟泥におおわれて、数十haのオニビシの大群落が一斉に枯死したこともある。

また早春から夏にかけて沿岸帯に発生する糸状緑藻のマットは、ヨシ、マコモなどの若芽を分厚く覆ってその成長を障害し、時には枯死させることがある。したがって、湖水の過度の富栄養化の防止も、沿岸帯の自然環境保全のための重要な対策の一つである。

ヤナギの多くの種類は、水辺の軟木帯の主役であり、あたかも水湿地を好むように考えられているが、その根は、水生植物であるヨシや、マングローブを構成する水生木本植物であるヒルギ類などとちがって通気組織をもたず、嫌気化した土壌中には侵入することができない。したがって湖水の富栄養化や上記の(5)のような理由で土壌の嫌気化が進んだ湖岸に生えているヤナギは、根張りが浅く、強い風で簡単に倒れてしまう (図23)。以上のように、沿岸帯の生息環境の主役である植物群落を保護するためには、植物群落そのものや、

生育地に対する直接の対策だけでなく、群落の存立を間接的に脅かすさまざまな要因についても配慮する必要がある。

12. 沿岸帯植生の復元

最近わが国においても、湖の堤外地や人工の水辺に、自然の沿岸帯にみられるような植生を復元または創出しようという事業がおこなわれるようになった。この場合、造成計画をたてるに当たって大切なことは、前項で述べたような野生生物の生息環境の質と面積を考慮することは当然として、まず生育地の安定した地形と生育に適した土壌環境を整えることである。

人工的に造成した10アールにも満たないような小さな池は別にして、地先の水面の風の吹送距離が何 km もあるような湖の堤外地は、もともとその場所に存在していた沿岸帯の遠浅地形が消滅した場所であるから、それなりの条件を付与してやらないと、浅瀬をつくるためにいくら土を供給してやっても、波や湖流によって運び去られて徒労に終わることになる。適当な材料と工法によって、防波堤や離岸堤あるいは土留めを設け、まず安定した植栽地を造成し、それを確認した上で、密生した植生が発達するまでの間、立地の土の侵食・流亡を防ぐための処置を施して植栽する。植栽に当たっては、その植物に適した時期と方法の選択が重要である。大型抽水植物その他の植栽については、筆者の解説（桜井，1989,1991a）がある。また造成後の植生については、10に述べたような物理的な群落破壊要因に対する防御策も考慮しておかなくてはならない。

文 献

中国科学院南京地理研究所湖泊研究室（1982）江蘇湖泊志。

- 羽田健三・寺西けさい（1968）オオヨシキリの生活史に関する研究，II. Polygyny and Territory. 日本生態誌，**18**, 204-212.
- Hutchinson, G. E. (1967) *A treatise on limnology, II. Introduction to lake biology and the limnoplankton*. John Wiley and Sons Inc., N.Y.
- 長田 健・浜 栄一（1992）水辺に生きる不思議な蝶。アース工房，長野。
- 桜井善雄（1985a）諏訪湖の水辺環境の再生。自然保護—信州，**1**, 7-13.
- 桜井善雄（1985b）自然湖沼において水生植物の過繁茂を制御するためのソウギョの放流密度について。水草研報，**20**, 2-7.
- 桜井善雄（1987）植生と湖岸景観—アンケート調査の結果から。水草研報，**29**, 12-18.
- 桜井善雄（1988）水辺の緑化による水質浄化。公害と対策，**24**, 899-909.
- 桜井善雄（1989）沿岸帯水域の緑化。亀山 章ほか（編）最先端の緑化技術，ソフトサイエンス社，東京，197-212.
- 桜井善雄（1991a）抽水植物群落復元技術の現状と課題。水草研報，**43**, 1-8.
- Sakurai, Y. (1991b) The waterside landscape and its ecological significance. In *For richer ecological system of brackish water zones*, Proc. Intern. Symp. Ecol. Shimane '90, 163-179.
- 桜井善雄・越中直樹・上野直也（1992）霞ヶ浦におけるヨシ群落崩壊の現状とその原因。日本陸学会甲信越支部報，**18**, 45-46.
- 清 邦彦（1988）河原に生きるチョウたち。日本の生物，**2**, 44-48.
- 滋賀県総合教育センター（1989）環境教育に関する研究—児童・生徒の自然環境に対する意識について。研究紀要，31集，9分冊，1-30.
- 須川 恒（1991）水鳥の分布状況と地域区分。滋賀県琵琶湖研究所プロジェクト研究報告書 no. 90-A05, 65-79.
- 鈴木紀雄（1986）日本の科学者，**21**, 372-379.
- 東京都情報連絡室（1992）水辺の環境づくり—集計結果報告書。1-27.
- 渡辺義人・桜井善雄（1984）湖沼の物質循環系における高等水生植物の役割。水草研報，**17**, 13-20.
- Wetzel, R. G. (1975) *Limnology*. W. B. Saunders Co., N.Y.
- 山岸 哲（1991）鳥にやさしい川。河川，no. 541, 29-35. (1993年5月28日受理)