

霞ヶ浦（西浦）におけるヨシ原を中心とした沿岸植生帯の縮小化と分断化に関する現状

Shrinkage and fragmentation of littoral zone vegetation in Lake Kasumigaura

中村 圭吾¹ 西廣 淳¹ 島谷 幸宏¹
Keigo NAKAMURA¹ Jun NISHIHIRO¹ Yukihiro SHIMATANI¹

ABSTRACT: Vegetation area, which mainly consists of common reed in Lake Kasumigaura, is decreasing and fragmentation of reed community is believed to be increasing. However the real data of fragmentation in Lake Kasumigaura do not exist. Therefore in this paper we studied the fragmentation of reed community in Lake Kasumigaura and will supply basic data of fragmentation for discussing the influence of fragmentation on ecosystem. The data for this study is calculated using surveyed data in 1967 and 1990, and an aerial photo in 1999. Average vegetation community area has reduced from $1.25 \times 10^4 \text{ m}^2$ to $0.55 \times 10^4 \text{ m}^2$ between 1967 and 1999, and average distance between communities has increased from 79m to 180m. Especially greater community more than $1.0 \times 10^4 \text{ m}^2$ has reduced dramatically.

KEYWORDS: Restoration, Common Reed, Patch, Great Reed Warbler

1 はじめに

湖沼の環境対策と言えばこれまでは流域の下水道整備, アオコの除去, 底泥浚渫など水質対策を中心に実施されてきた。しかしながら湖沼の環境問題としては自然湖岸の消失も大きな問題で, 現在では多くの湖沼で人工湖岸が自然湖岸より高い割合となっている¹⁾。湖岸の人工化や水質悪化のために多くの湖沼では, 沿岸の植生帯が減少し, 湖沼の健全な生態系や湖沼の自浄作用に大きな影響を及ぼしている。植生帯は動物プランクトンのすみかとなり, 植物プランクトンの抑制に役立つとともに, 底泥の巻上げを抑え, 濁度を下げる働きがある²⁾。今回対象とした茨城県にある霞ヶ浦(西浦)の全体的な植生帯の変化については, すでに桜井³⁾, 武田⁴⁾らの研究があり, 植生帯(抽水・浮葉・沈水植物のみ)の面積は1972年に $1203 \times 10^4 \text{ m}^2$ (抽水 $423 \times 10^4 \text{ m}^2$, 浮葉 $32 \times 10^4 \text{ m}^2$, 沈水 $748 \times 10^4 \text{ m}^2$)存在したが, 1997年には $196 \times 10^4 \text{ m}^2$ (抽水 $183 \times 10^4 \text{ m}^2$, 浮葉 $13 \times 10^4 \text{ m}^2$, 沈水0)に減少していることが分かっている。霞ヶ浦(西浦)の水面積を $17200 \times 10^4 \text{ m}^2$ とすると1972年には水面積の7%にあたる面積が植生帯であり, 最近では約1%であることが分かる。この植生帯の縮小化にともなって, 生息地の分断化(fragmentation)が起これ, 霞ヶ浦(西浦)の生物群集に大きな影響を与えていると考えられる。そこで本論文では, 霞ヶ浦(西浦)の植生帯の分断化を定量的に測定し, 生物群集に与える影響を考察する際の基礎的資料を提供することを目的とする。

2 方法

2.1 資料の概要

霞ヶ浦(西浦)の沿岸植生帯の縮小化と分断化の実態を明らかにするために, 1967年12月, 1990年3月, 1999年10月の3時期の調査結果(建設省関東地方建設局霞ヶ浦工事事務所実施)より, 沿岸植生帯の面積, 幅などを測定し比較した。集計に用いた資料は1967年と1990年については, 「霞ヶ浦現存植生図」(霞ヶ浦

¹ 建設省土木研究所 Public Works Research Institute, Ministry of Construction

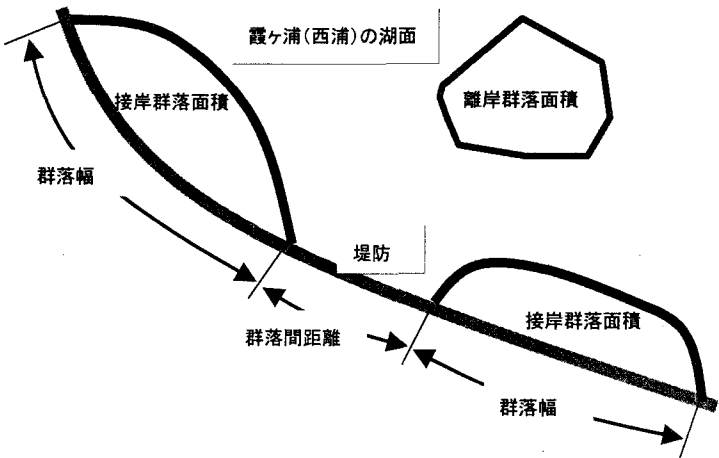
工事事務所 1994 年作成）であり、1999 年については「H11 霞ヶ浦管内空中写真判読現地調査及び植生面積集計報告書」（霞ヶ浦工事事務所 2000 年作成）である。使用した資料の概要を表－1 に示す。1999 年の資料は、空中写真より植生帯を読み取ったものであり、植生帯としては表－1 に示す 5 つの植生区分を含む。1967 年と 1990 年の資料は測量により作成した平面図から植生帯を読み取ったものであり、厳密な植生区分は不明だがほぼ 1999 年の 5 つの植生区分に対応すると考えられる。1999 年の調査では全植生の 83% が「ヨシ等の抽水植生」であり、1967 年、1990 年に関してもヨシが優占した植生と考えられる。

表－1 調査資料の概要

資料名	対象年	測定対象	植生区分	作成方法
霞ヶ浦現存植生図（建設省関東地方建設局霞ヶ浦工事事務所 1992 年作成）	1967 年（12 月）、1990 年（3 月）	西浦、堤外地のみ	植生量のみ（区分は不明）	測量結果の平面図より
H11 霞ヶ浦管内空中写真判読現地調査及び植生面積集計報告書（建設省関東地方建設局霞ヶ浦工事事務所 2000 年作成）	1999 年（10 月）	西浦、堤外地のみ	1. 浮葉・浮遊植生 2. ヨシ等抽水植物 3. セイタカアワダチソウ群落他 4. 低基草本植生 5. 低木・亜高木林	空中写真より判読

2. 2 測定方法

上記の 2 つの資料より、図－1 のように一塊の植生帯の接岸群落面積（堤防に接している群落）、離岸群落面積（堤防から離れている群落）、群落幅（接岸群落の堤防に沿った長さ）、群落間距離（接岸群落間の堤防の長さ）を測定した。離岸群落に関しては面積のみを測定とした。測定に使用した地図の縮尺は 1/5000 で、面積及び距離はプランメータにより測定した。面積の最小単位は 100m² とする。これは 1/5000 では 2mm × 2mm となる。また、距離については m 単位とし、整数で表示した。また、霞ヶ浦（西浦）の右岸、中岸、左岸の 10km 毎の接岸群落面積、接岸群落幅、離岸群落面積を求めた。右岸、中岸、左岸の位置と霞ヶ浦の概要図を図－2 に示す。



図－1 測定方法概要

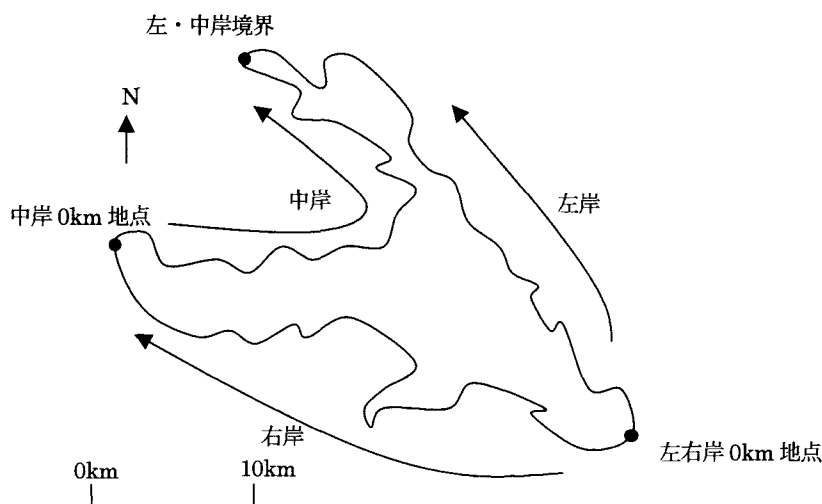


図-2 霞ヶ浦概要及び左・中・右岸の定義

3 結果と考察

3. 1 分断化・縮小化の現状

接岸群落面積及び離岸群落面積の平均値を図-3に示す。平均接岸群落面積は、1967年に平均 $1.25 \times 10^4 \text{m}^2$ であったものが、1990年に $0.65 \times 10^4 \text{m}^2$ 、1999年に $0.55 \times 10^4 \text{m}^2$ と減少しており、半分以上となっている。特に1967年と1990年の間の減少が目立つ。離岸群落面積は1967年と1990年の間に大きく減少しているが、これは中岸と左岸の境界の恋瀬川河口にある離岸群落の減少の影響が大きい。

接岸群落幅及び接岸群落間距離の平均値を図-4に示す。平均接岸群落幅は1967年と1990年の間に289mから180mまで減少している。その反対に平均接岸群落間距離は79mから180mまで増加しており、群落間の距離は約2.3倍となっている。

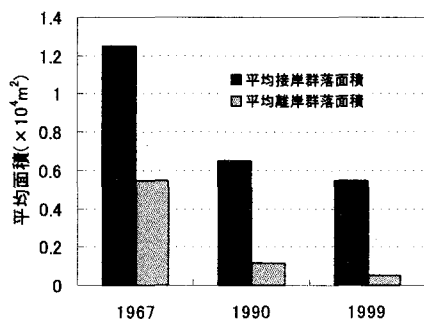


図-3 群落の平均面積

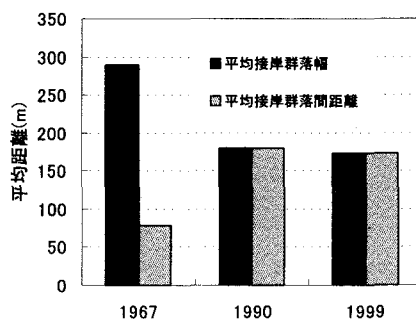


図-4 群落間の平均距離

接岸群落面積の縮小化の現状を明らかにするために面積範囲ごとの頻度を表-2、図-5に示す。大きな群落、特に $10,000 \text{m}^2$ 以上の群落の減少が著しい。面積の小さい群落も維持しているわけではなく、大きな群落が分断化された結果、見かけ上あまり変化のない数値となっている。

表-2 接岸群落の面積帯毎の頻度

植生帯面積範囲 ($\times 10^4 \text{m}^2$)	1967	1990	1999
0-0.1	182	185	211
0.1-0.5	91	124	85
0.5-1	31	36	26
1-5	62	45	39
5-10	18	3	1
10-100	6	1	1

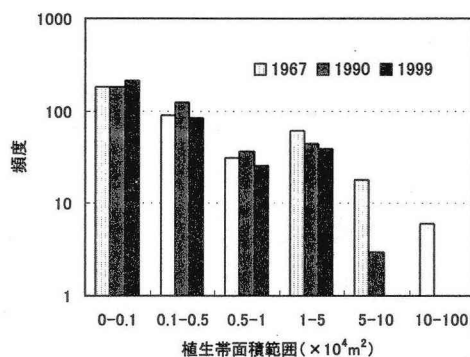
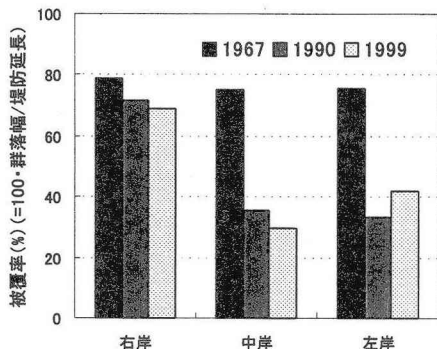


図-5 接岸群落の面積帯毎の頻度

表-3 区間別群落面積の変化

		年代	接岸群落面積 ($\times 10^4 \text{m}^2$)	接岸群落幅(m)	離岸群落面積 ($\times 10^4 \text{m}^2$)	主な流入河川
右岸	0-10km	1967	83.52	8,870	1.17	新利根川
		1990	71.49	7,820	0.3	
		1999	66.83	6,930	0	
	10-20km	1967	12.15	5,750	0.18	
		1990	11.12	5,160	0	
		1999	12.45	5,885	0	
	20-30km	1967	22.93	9,605	0	菱木川 小野川
		1990	23.36	7,365	0	
		1999	20.73	7,145	0	
	30-40km	1967	36.71	7,665	0.07	
		1990	29.78	7,865	0.08	
		1999	23.25	7,605	0.1	
	40km-	1967	22.76	6,815	0	
		1990	21.95	6,905	0.13	
		1999	13.09	6,135	0.1	
中岸	0-10km	1967	33.17	5,500	2.8	境川
		1990	19.74	4,275	0.06	
		1999	14.47	3,860	0	
	10-20km	1967	31.81	9,025	0.16	
		1990	5.16	3,420	0.04	
		1999	3.37	2,730	0	
	20-30km	1967	28.04	7,390	0.03	
		1990	3.63	1,405	0.64	
		1999	3.49	2,060	0.47	
	30km-	1967	23.16	6,500	8.3	
		1990	14.27	4,060	3.39	
		1999	6.4	2,635	0.09	
左岸	0-10km	1967	13.09	4,915	0.01	
		1990	3.85	2,375	0	
		1999	2.22	2,230	0	
	10-20km	1967	26.99	7,195	0.8	
		1990	11.05	5,205	0.81	
		1999	9.62	5,590	0	
	20-30km	1967	23.98	8,210	0.04	園部川
		1990	2.98	1,595	0	
		1999	2.87	1,960	0.07	
	30km-	1967	40.67	5,085	24.88	恋瀬川
		1990	5.38	2,060	2.28	
		1999	12.32	3,470	0.11	

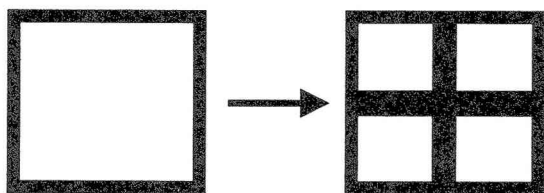
次に霞ヶ浦（西浦）の右岸、中岸、左岸の 10km 毎の接岸群落面積、接岸群落幅、離岸群落面積を表－3 に示す。右岸、中岸、左岸ごとの堤防延長に対する接岸群落幅の百分率を被覆率（％）として、各年代の変化を図－6 に示す。これより、特に中岸、左岸の減少が著しいことが読み取れる。



図－6 右岸・中岸・左岸の被覆率（植生の存在する堤防延長の割合）

3. 2 分断化の影響に関する考察－オオヨシキリの生息に与える影響－

分断化の影響を解明することは今後の課題であるが、既往の研究例より、いくつかの考察が可能である。永田ら⁵⁾はヨシ原の面積が $0.5 \times 10^4 \text{ m}^2$ を下回るとオオヨシキリが巣立ち雛を生産できないとしている。今回の調査より、植生帯をすべてヨシ群落と仮定（1999 年では 83%）すると $0.5 \times 10^4 \text{ m}^2$ 以上の群落は 1967－1999 年の間に 117 群落から 67 群落に減少しており、オオヨシキリの営巣に適したヨシ群落は 50 程度減少したと考えられる。また、永田らは霞ヶ浦のオオヨシキリ個体群は大きなヨシ原がソース個体群（他の群落にオオヨシキリを供給する役割）として機能し、周辺の小さい個体群（ $0.5 \times 10^4 \text{ m}^2$ 以下）がシンク個体群（個体を受け入れるのみで生産しない）として機能しているソース・シンク個体群であるとしている。したがって、本研究によって明らかになった大きな群落の減少は、オオヨシキリ個体群にとって今後大きな問題となる可能性がある。



図－7 分断化によるエッジの増大（文献⁶⁾を参考に作成）

一般に分断化の影響としてエッジ（edge）効果がある。エッジ効果とは外部の環境と接している周縁部は外部からの影響を受け、内部とは異なる現象が見られること⁹⁾と定義される。図－7 の左図は群落がひとつにまとまっており、エッジは黒く塗られた部分だけである。ところが、右図のように群落が 4 つに分断化するとエッジの面積が大幅に増大しさまざまな外界の影響を受けるようになる。永田らは大きいヨシ原では、29 の繁殖失敗例のうち 72% が巣の捕食によるものであり、17% が強風や波浪の影響であるのに対し、小さいヨシ原では強風・波浪による繁殖失敗例が 56% であり、巣の捕食が 38% であるとしている。このことは、分断化に伴うエッジ効果によりヨシ原が波浪や強風の影響をより受けやすくなっていることを実証している。

また、西廣ら⁷⁾はヨシ原に生育するシロバナサクラタデに着目し、ヨシ原のサイズが小さくなると、シロバナサクラタデの個体群サイズが小さくなると同時に花型の偏りも著しくなり、結実率が低下し、種子生産に影響を与えるとしている。さらに、メタ個体群レベルの遺伝的多様性維持のためには、ヨシ原どうしの空間的な近さも重要としており、群落間距離が広がっている現状は問題である。

今後、ヨシ原の効果的な復元方法を明らかにするためにも、分断化の影響を定量的に明らかにした研究を増やす必要がある。

3. 3 分断化抑制のための工学的視点

沈水植物が減少した最大の原因は水質悪化による透明度の低下と考えられるが、ヨシ原などの分断化が発生した大きな原因は湖岸堤の建設による直接的な破壊およびその影響による波浪の増大が挙げられる。中村ら⁸⁾は、湖岸堤の前面の波浪エネルギーは反射波と入射波が重合することにより沖波よりさらに 10~20% 大きいことを明らかにしている。またヨシ原の破壊形態として前面から来る波だけでなく、側面から来る波(沿い波)による影響が大きいことを示唆した。したがって、ヨシ原の分断化を防ぐためには①入射波を抑える②反射波を抑える(反射率の低い構造とする)③沿い波を防ぐあるいは発生させない工夫をする必要がある。長期的には反射率の低い、緩斜面の湖岸帯の保全・復元を実施すべきである。しかし、コストの問題もあるので短期的には、反射波・沿い波を抑えるために現在の直立護岸の前面に捨石などを置くだけでも効果はあると考えられる。この時、気をつけなければいけないのは波浪で絶対動かない石を置くことである。動く研磨剤として作用し、ヨシ原を急激に侵食する。

4 まとめ

霞ヶ浦(西浦)において 1967 年、1990 年、1999 年の 3 カ年の測量平面図及び空中写真より、現在の堤外地(堤防よりも水面側の土地)の植生帯の分断化及び縮小化の現状について測定し、分析した。また、その結果と既存研究より分断化の影響を考察した。その結果、以下のようなことが明らかとなった。

- ①平均接岸群落面積は、1967 年から 1999 年の間に、 $1.25 \times 10^4 \text{ m}^2$ から $0.55 \times 10^4 \text{ m}^2$ と半分以上に減少している。また、平均接岸群落間距離は 79m から 180m まで増加しており、群落間の距離は約 2.3 倍となっており、分断化が進行している。
- ②10,000 m^2 以上の大きな群落の個数が著しく減っており、1967 年に 86 群落あったものが、1999 年には 41 群落となっている。
- ③右岸、中岸、左岸と分けて分析すると、右岸は比較的安定しており、中岸、左岸の減少が著しい。
- ④分断化により 1967 年から 1999 年の間にオオヨシキリに営巣に適した群落の数は 117 群落から 67 群落に減少していると考察された。

参考文献

- 1) 平井幸宏：湖の環境学，古今書院，1995。
- 2) Marten Scheffer: Ecology of Shallow Lakes, Chapman & Hall, 1998。
- 3) Yoshio Sakurai: Decrease in Vegetation Area, Standing Biomass and Species Diversity of Aquatic Macrophytes in Lake Kasumigaura (Nishiura) in Recent Years, Jpn. J. Limol., 51, 45-48, 1990。
- 4) 武田浩一，丹羽賢一：霞ヶ浦の水生植物調査について，水資源開発公団資料，1999。
- 5) 永田尚志，吉田保志子，Andrzej Dyrcz：霞ヶ浦におけるオオヨシキリの個体群構造，関西自然保護機構会報，ヨシ原に関する国際ワークショップおよび講演会特別号，21 巻 2 号，pp.167-177，1999。
- 6) リチャード B. プリマック，小堀洋美：保全生物学のすすめ，文一総合出版，1997。
- 7) 西廣淳，友部恭子，鷺谷いづみ：ヨシ原の分断・孤立化とシロバナサクラタデでの受粉・種子生産，関西自然保護機構会報，ヨシ原に関する国際ワークショップおよび講演会特別号，21 巻 2 号，pp.133-140，1999。
- 8) 中村圭吾，門倉伸行，宗像義之，島谷幸宏，宇多高明：消波浮島による湖岸植生帯の復元に関する研究，環境システム研究—全文審査部門論文—，Vol.27，1999。