

消波施設の撤去がヨシ群落内の底質成分 および粒度分布に及ぼす影響の検討

豊島誠也¹ 田中周平² 山田淳³ 藤井滋穂⁴ 澤本直樹⁵ 富嶋勲夫⁶

¹学生会員 立命館大学大学院 理工学研究科 (〒525-8577 滋賀県草津市野路東 1-1-1)

E-mail:rv005995@se.ritsumei.ac.jp

²正会員 工博 京都大学大学院助手 工学研究科附属環境質制御センター (〒520-0811 滋賀県大津市由美浜 1-2)

³正会員 立命館大学教授 理工学部 (〒525-8577 滋賀県草津市野路東 1-1-1)

⁴正会員 工博 京都大学大学院教授 工学研究科附属環境質制御センター (〒520-0811 滋賀県大津市由美浜 1-2)

⁵立命館大学大学院 理工学研究科 (〒525-8577 滋賀県草津市野路東 1-1-1)

⁶立命館大学 理工学部環境システム工学科 (〒525-8577 滋賀県草津市野路東 1-1-1)

琵琶湖沿岸では、半減したヨシ群落再生のため 1987 年以降ヨシの植栽が行われてきた。植栽地には、波浪の影響を軽減するため、前面に鋼矢板等の消波施設が付設された。しかし、植栽の数年後、他植物の侵入等によりヨシが衰退するケースがみられ、消波施設の設置がヨシ群落内土壌の栄養塩含有率の上昇を促し、その結果、ヨシが衰退することが推測された。そこで、本研究では、消波施設の撤去がヨシ群落内の底質成分および粒度分布に及ぼす影響を系統的に検討した。これにより、消波施設の付設・撤去により、ヨシ群落内土壌の成分構成が変化することが示唆された。

Key Words: Reed community, Soil properties, Wave absorbing facilities, Lake Biwa

1. はじめに

ヨシは優占度の高い大きな群落を形成し、水質浄化能力や護岸作用を有することが知られており¹⁾、自然浄化効果としての期待も高まっている。しかし、琵琶湖沿岸では、湖岸道路の建設や湖面の埋め立て・造成により、約 260ha 存在したヨシ群落は、1991 年には約 127ha に半減した。滋賀県では、ヨシ群落保全基本計画を制定し、30ha のヨシ植栽計画を立て、自然本来の浄化能力の向上を図っている。しかし、拡大面積は、約 20ha に留まっている。

琵琶湖のヨシ植栽事業では、波浪の影響を軽減するため、前面に鋼矢板等の消波施設が付設されたが、植栽の数年後、他植物の侵入等によりヨシが衰退するケースが起こっている。ヨシと他の植物の競合関係に関わる主要な環境要因には、底質の状態があり²⁾、波浪の影響を低下させる消波施設は、ヨシ群落内の底質に影響を及ぼすものと考えられる。そこで本研究グループでは、その影響を明らかにするため、2001 年から琵琶湖沿岸を対象に 3 種(調査 1~3)の調査を実施した。まず、調査 1 と調査 2 では、予備調査として、消波の有無による土壌特性を検討した。調査 3 では、消波施設を撤去した植栽ヨシ群落内での継続調査により、消波施設の撤去がヨシ群落内の底質成分および粒度分布に及ぼす影響を検討した。

2. 土壌含有成分調査の概要

(1) 調査対象地区と調査地点

土壌含有物調査は、2001 年に実施した調査 1 と、2002 年に実施した調査 2、2002 年 11 月に消波施設を撤去した測線で実施した調査 3 からなる。調査地区の位置を図-1 に、各調査の実施日時と土壌採取地点数を表-1 に示す。

a) 調査 1

調査測線の属性分類を表-2 に示す。調査 1 では、図-1 の今津、近江八幡、木浜、北山田、南山田の全 5 地区に代表調査測線を設置し、A から P までの 16 測線で調査を行った。桜井ら³⁾の調査によれば、ヨシ等の自然立地の土壌条件について、地下 50~60cm 層の窒素、リン含有量と地上部の現存量との間に明らかな正の相関が見られたことから、各測線では 3~4 ケ所(沖域、中域、陸域)、計 50 地点で深さ 50cm 付近の土壌を採取し、消波施設の有無による土壌特性の比較を行った。

b) 調査 2

調査測線の属性分類を表-3 に示す。調査測線として図-1 中の測線 H、I、J、K、P、Q、R、S の計 8 ケ所に代表調査測線を設置し、その測線上で表層(0~10cm)の土壌を採取した。土壌採取地点は、ヨシ優占地点と、ヨシと生育環境が類似するチクゴスズメノヒエ優占地点

を選定した。

c) 調査3

調査概要を表-4 に示す。調査対象地区は、図-1 の下笠地区で、実験区(R)は、1995 年にヨシを植栽し、前面に長さ約 180m、巾数 m にわたって石積み消波施設が設置され、2002 年 11 月に撤去した植栽ヨシ群落である。また、もともと消波施設が設置されていない自生ヨシ群落を対象区(S)とし、両区に設置した調査測線の位置を図-2 に示す。土壌の採取地点は、測線 R、S 上の陸側と沖側の各 2 地点の計 4 地点で深さ 50cm までの土壌を採取し、10cm ごと 5 層に分割した。消波施設撤去後の 2002 年 12 月と、2003 年 4、6、8、10 月の計 5 回の調査を継続して実施し、消波施設撤去が土壌含有成分および粒度分布に及ぼす影響について検討を行った。

(2) 土壌採取方法および分析方法

ヨシ群落内の土壌採取には、外径 70mm、内径 64mm、長さ 1m のアクリルパイプ製の柱状採泥器(コアサンプラー)を用い、土壌をコア状試料として採取した。採取した土壌は、乾燥試料を作成した後、粒度分布、全窒素、全炭素、全リンについて分析した。

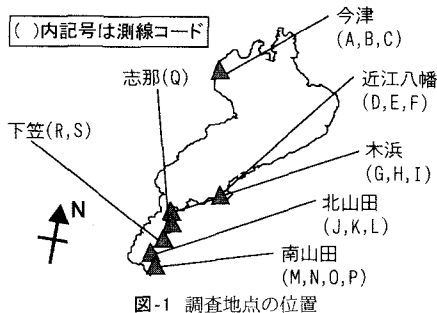


図-1 調査地点の位置

表-1 調査実施年月日と土壌採取地点数

調査名	実施年月日	測線コード	土壌採取地点数		試料数
			消波有	消波無	
調査1	2001年	8/20 A~F	16	3	19
		8/24 G~I,P	6	6	12
		8/30 J~O	0	19	19
		計	22	28	50
調査2	2002年	10/29 Q	2	0	2
		11/22 H,I,P	2	5	7
		11/26 J,K	0	10	10
		12/ 6 R	3	0	3
		12/12 S	0	3	3
		計	7	18	25
調査3	2002年	12/ 6 R	2	0	10
		12/12 S	0	2	10
	2003年	4/28 R,S	2	2	20
		6/21 R,S	2	2	20
		8/23 R,S	2	2	20
		10/29 R,S	2	2	20
		計			100

3. 調査結果と考察

(1) 調査1

a) 消波施設の設置と栄養塩濃度の関係

属性別の土壌の平均窒素・リン含有率を図-3 に示す。採取地点全体の窒素・リン含有率の平均値は、それぞれ 572. g/g-dry, 213. g/g-dry であった。消波有の平均含有率は、消波無の平均値に比べ、窒素・リンとも高い含有率であった。また、消波有では、窒素含有率のばらつきが大きかった。以上のことから、消波無の群落に比べて、消波有の群落内土壌の栄養塩濃度が高いことが示され、消波施設の設置がヨシ群落内土壌の栄養塩濃度の上昇を

表-2 調査1の調査測線の属性分類

調査地区	調査測線数				
	消波有		消波無		合計
	自生	植栽	自生	植栽	
今津(A,B,C)	1	2	0	0	3
近江八幡(D,E,F)	0	2	1	0	3
木浜(G,H,I)	0	2	1	0	3
北山田(J,K,L)	0	0	1	2	3
南山田(M,N,O,P)	0	0	3	1	4
計	1	6	6	3	16

表-3 調査2の調査測線の属性分類

調査地区	測線	分類	消波	土壌採取地点数		
				ヨシ	チクゴ	計
木浜	H	植栽	有	1	1	2
	I	自生	無	1	0	1
北山田	J	自生	無	4	3	7
	K	植栽	無	3	0	3
南山田	P	自生	無	3	1	4
志那	Q	植栽	有	1	1	2
下笠	R	植栽	有	2	1	3
	S	自生	無	2	1	3
			計	12	5	17

表-4 調査3の土壌採取地点の概要

	実験区		対照区	
ヨシ群落	植栽		自生	
消波施設	有		無	
測線番号	R		S	
地点	陸	沖	陸	沖
基準線からの距離(m)	18	35	27	32
地盤高(B.S.Lcm)	-16	-53	1	3

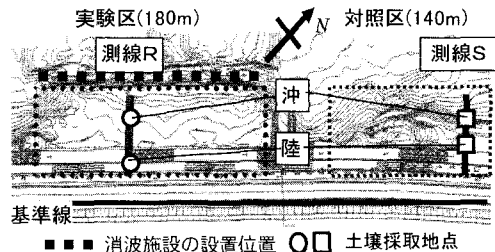


図-2 調査3の測線の位置

促進することが推測された。

b)属性に基づく調査地点の分類と差の検定

消波有無別に分類したデータを土質指標ごとに集計し、差のt検定を行った。その結果を表-5に示す。消波の有無に対して、中央粒径、60%粒径、窒素含有率が5%有意、リン含有率が1%有意を示し、統計的に有意な差がみられた。このことから、消波施設の設置が、ヨシ群落内の底質成分に影響を及ぼすものと推測された。

(2) 調査2

表層10cmの土壌の粒度構成割合と均等係数を図-4に示す。消波施設の設置地点のシルト以下の構成割合は、約5%で採取地点によらず、ほぼ一定であった。礫・粗砂・細砂分の構成割合は、採取地点による差が大きい。それに対し、消波施設が設置されていない地点では、細砂分の構成割合が65%以上を占め、粗砂分・細砂分あわせて

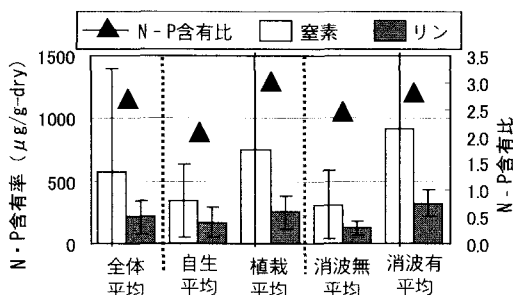


図-3 属性別の土壌の平均窒素・リン含有率

表-5 消波有無別地質データの差の検定結果

30%粒径 (mm)	
中央粒径 (mm)	**
60%粒径 (mm)	**
均等係数	
曲率係数	
全窒素 (g/g-dry)	**
全リン (g/g-dry)	***

***1%有意 **5%有意

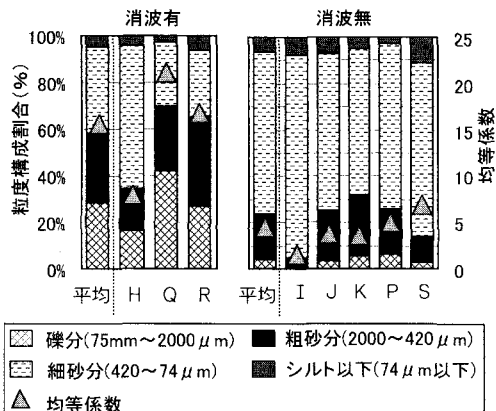


図-4 表層10cmの土壌の粒度構成割合と均等係数

90%を占めた。均等係数は、消波有地点によるばらつきが大きく、消波無では5.0前後に集中した。これらのことから、消波無の土壌は、比較的類似しており、粒度の幅が狭く、土粒子の粒径が小さく揃っていることが示された。

(3) 調査3

a)粒度構成割合の経時変化

表層10cmの粒度構成割合と均等係数の経時変化を図-5に示す。消波施設を撤去した実験区内の測線Rでは、礫分・粗砂分・細砂分の割合は、消波施設の撤去直後から大きな変化はみられなかった。シルト以下の割合は、わずかに減少している。均等係数は、撤去直後に大きく低下し、その後は10前後の値を示した。測線Sでは、礫分の割合は10%以下で、砂分全体の構成割合は、約90%であった。シルト以下の割合も、ほぼ一定値を示した。また、均等係数は1.0から1.5の範囲で推移した。土壌採取地点の中央粒径を図-6に示す。Rでは、沖域の変動が大きく、中央粒径が大きくなったが、消波撤去後の時間経過との関連性はみられなかった。陸域は変動が小さく、わずかなではあるが低下した。Sでは、沖域・陸域とも調査

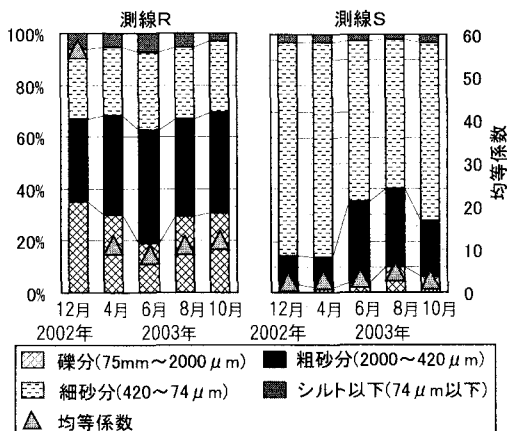


図-5 表層10cmの粒度構成割合と均等係数の経時変化

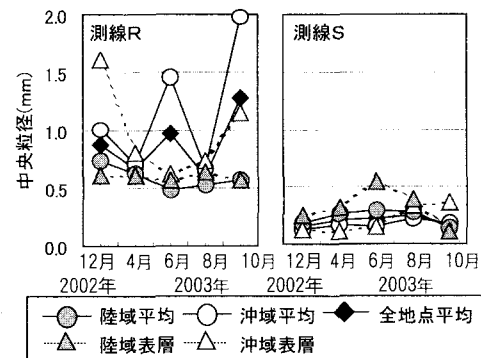


図-6 土壌採取地点の中央粒径の経時変化

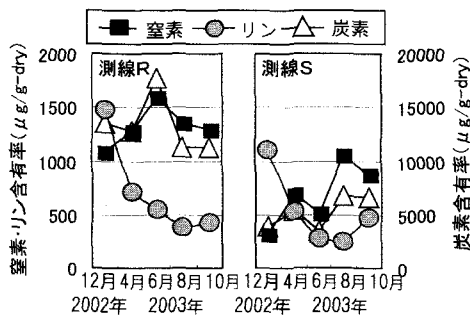


図-7 土壌中の窒素・リン・炭素の平均含有率の経時変化

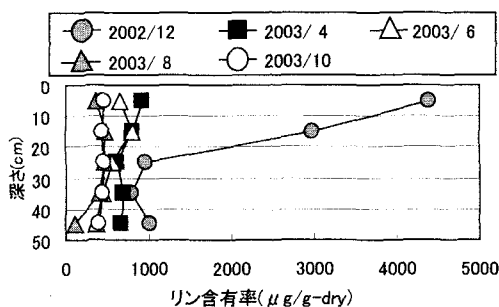


図-8 測線R側の採取土壌のリン含有率の変化

期間を通して安定していた。これらのことから、Sの地盤が比較的安定しており、Rでは、消波施設の撤去により、波浪の影響を受け変化しているものと推測される。

b) 土壌のリン、窒素および炭素含有率の経時変化

土壌の窒素・リン・炭素の平均含有率を図-7に示す。窒素・炭素は、消波撤去から約一年経過後も、消波有無別で差がある。また、測線Rでは、6月をピークに減少、測線Sでは、増加傾向であった。リン含有率は、撤去直後、Rに比べSで高い値を示したが、2003年10月の調査時点で、500 $\mu\text{g/g-dry}$ まで低下した。深さ方向は、表層部で変動が大きく、図-8に示すように初期値(約4500 $\mu\text{g/g-dry}$)の1/10に低下し、対照区と同程度となった。

4. まとめ

調査1の結果、深さ50cm付近で採取した土壌では、消波有の地点では、栄養塩濃度が消波無しの地点よりも高値で、粒度構成割合に採取地点による差が大きいものに対し、消波無の地点では、粒度の幅が狭く、土粒子の粒径

が小さく揃っていることが示された。

また、調査3の結果、消波施設撤去後に、ヨシ群落内土壌のリン含有率が著しく低下するなどの変化が起こった。一方で窒素や炭素含有率など、ほとんど変化しない指標もみられたことから、消波施設の付設・撤去により、ヨシ群落内土壌の成分構成が変化することが示唆された。今後は、継続調査によるデータの蓄積と、土壌と植物構成の関係を中心に検討を進める予定である。

謝辞：本研究の一部は、(財)琵琶湖・淀川水質保全機構からの受託研究として行なわれた。また、調査実施に際して、立命館大学生の協力を得た。ここに感謝する。

- 1) 藤井滋穂；琵琶湖岸におけるヨシ群落の機能と現状環境技術 Vol.30, No.2, 2001.
- 2) 財団法人 淡海環境保全財団；琵琶湖のヨシ再生に向けた植栽条件に係る調査研究報告書, 2002.3.
- 3) 桜井善雄, 渡辺義人, 村沢久美子, 滝沢ちやき；湖沼沿岸帯における抽水植物の立地条件, 日本陸水学会信越支部会報, No.11, pp.138-139, 1986.

Effect of Removal of the Wave Absorbing Facilities on the Soil Components and Particle Size Distribution in the Reed Community

Seiya Toyoshima, Shuhei Tanaka, Kiyoshi Yamada, Shigeo Fujii, Naoki Sawamoto, Isao Tomishima

The reed plantation projects have been conducted for the restoration of the reed communities on the Lake Biwa shore since 1987. Wave absorbing facilities were often installed at the front of plantation areas to protect reed communities from strong waves and winds. Some reed communities were declined with the invasion of other plants a few years after the plantation. The elevation of nutrient concentration in the soil by setting the facilities is suspected as an important cause of declination of the reed communities. In this study, field observations have been continually carried out in the area the wave absorbing facilities were removed. The effect of removal of the wave absorbing facilities on the soil and particle size distribution in the reed communities was examined systematically. The result suggested that the soil components in the reed communities are changed by whether the wave absorbing facilities are installed or not.