

諫早湾小野島干潟におけるヨシ群生地の 土壌性質とヨシの生育

陣野信孝・森久美子・井手恭子・村上仁美

長崎大学教育学部生物学教室

(平成6年10月31日受理)

Soil Properties of the Habitat of *Phragmites communis* and its Growth at the Tidal Marsh of Onojima on Isahaya Bay

Nobutaka JINNO, Kumiko MORI, Kyoko IDE
and Hiromi MURAKAMI

Biological Laboratory, Faculty of Education,
Nagasaki University, Bunkyo-machi, Nagasaki, 852 Japan

(Received Oct 31, 1994)

Abstract

The reclamation work as a national policy is already begun for the constitution of farm land and fresh water reservoir at the mouth of Isahaya Bay and the tidal stopper is prearranged to complete in 1995.

Phragmites communis (Gramineae), *Carex scabrifolia* (Cyperaceae) and *Suaeda japonica* (Chenopodiaceae) grow separately forming spotted habitats at the tidal marsh of Onojima at the innermost recess on the Bay. Prosperity and decay of these plants after the completion of the tidal stopper are very interesting.

The purpose of the present study is to investigate a soil properties of the habitat of *Phragmites communis* and its growth state before the completion of the tidal stopper.

Key words: *Phragmites communis*, Soil properties, Tidal marsh.

はじめに

諫早湾のほぼ中央部において、諫早湾を締め切る諫早湾干拓事業が進められており、九州農政局諫早湾干拓事務所が1992年に作成した資料によると、潮受堤防は1995年完成予定である。その湾奥の小野島干潟にはヨシ（イネ科）、シオクグ（カヤツリグサ科）、シチメンソウ（アカザ科）がパッチ状になって生育している。その生育面積は約1.5haに及んでいる。潮受堤防が完成すると生育環境が急変し、これらの生育状況の変化が予想される。

そこで本研究は潮受堤防完成前のヨシ生育地の土壌性質とヨシの生育についての基礎的なデータをとり、完成後のそれと比較することを目的としている。

小野島では堤内（陸地）のクリークそばの粘土質の湿地にヨシの大きな群生地がある。今回は、堤内・外（海側）のヨシの生育地の土壌性質、両生育地におけるヨシの生育量、種子発芽のちがいについて比較検討した。

調査地点

長崎県諫早市小野島（図1）堤外（海側）と堤内（陸地側）に調査地点を設けた。堤外においては、堤防より約50m間隔に3本のラインを設け、堤防より3～5m沖の地点をUpper, 80～100m沖（ヨシ生育の最前線）の地点をLowerとした。ライン1のLowerをSt.1, UpperをSt.2とした。堤内は堤防から、土手、畑地（湿地）、クリーク、水田と続いている。畑地は雨後増水すると冠水し、ヨシの群生地と化している。このヨシ群生地をSt.3とした。

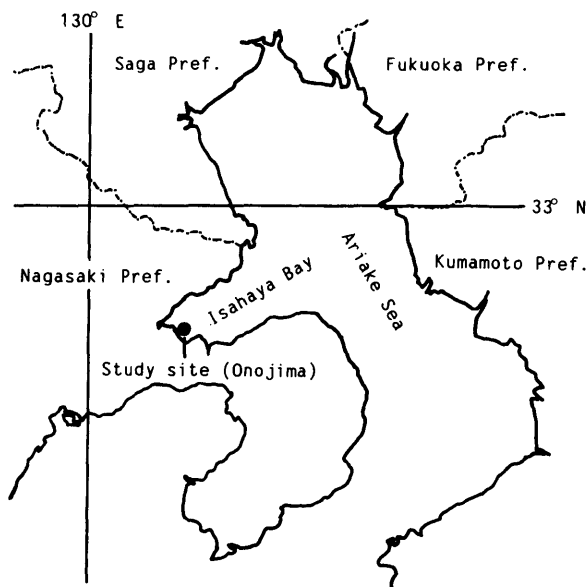


Fig. 1 Location of the study site.

実験方法

1. 土壌の粒度組成の測定

St.1～St.3の土壌サンプルをMacManus(1988)によって粒土,シルト,砂の重量比に分けMiller and Donahue(1990)の三角ダイアグラムに当てはめて土性を決めた。

2. 土壌塩分の測定

各地点の,土壌の深さ0～5,15～20,30～35cmの各層から約100mlの土を広口のポリびんに採集した。10g前後の秤量した土(W_1)をビーカーにとり10mlの蒸留水を加え,ガラス棒でよく攪拌した後,1000×Gで10分間遠心し,その上清を用いてSalinity refractometer(S/Mill, ATAGO)で塩分を測定した(その値をSとする)。用いた土壌(W_1)中の水の量(土壌水)は $W_1 \times X$ (Xは含水率)で算出し,また蒸留水を加えることによる土壌水の希釈度(D)は $(10 + W_1 \times X) / W_1 \times X$ で算出した。土壌の塩分は $S \times D$ として求められる。なお,含水率(X)は湿土重に対する含水量として次式で求めた。 $X(\%) = (W_2 - W_3) / W_2 \times 100$ 。但し, W_2 は湿土重, W_3 は104°Cで24時間乾燥させた乾土重である。

3. 土壌pH(KCl)の測定

湿土10gをビーカーにとり,1MKCl液を25ml加えガラス棒で土を細かくした後攪拌し,更にマグネチックスターラーで10分間攪拌した。土の懸濁液のpHをガラス電極(HM-20E, TOA)で測定した。電極を懸濁液に浸してから約1分後に値を読み測定値とした。この方法は置換性 H^+ を測定するものである。

4. 土壌含水率の測定

土を30～40g蒸発皿により湿土重(W_1)を測定した。これを104°Cで24時間乾燥させ,デシケーター内で常温に戻した後乾土重(W_2)を測定し,乾燥土の重さに対する含水率を次式で求めた。含水率($\%$) = $(W_1 - W_2) / W_2 \times 100$ 。

5. ヨシの生育密度,地上部の高さ,茎の太さ,根の重さの測定

St.1～3において50×50cm²のコドラートを3つ設置した。コドラート内のヨシをすべて刈り取り,地下部については深さ30cmまでの地下茎をすべて採集した。コドラート内のヨシの数を生育密度とし,また,茎の下端から茎頂の葉を伸ばした先端までを高さ(cm)とした。茎の太さは下端から50cmの高さでダイヤルキヤリパーでミリメートルの単位まで測定した。地上部は15cmの間隔で切断し104°Cで24時間乾燥させそれぞれの乾重を測定した。地下部については,コドラートの面積で深さ約30cmまでの地下茎を集め土を洗い落とし乾燥させた乾重を地下部の重さとした。St.1とSt.3については,地上部の各層の重さと地下部の重さについて生産構図として表わした(図2)。調査は1993年10月に実施した。

6. ヨシの各部の Na^+ と K^+ の測定

実験に使用するビーカーとメスフラスコは洗浄液に一晩浸けた後,加温水道水で洗浄した。さらに,これら容器を蒸留水中に3日間浸けた後,蒸留水で洗って乾燥させて使用し

た。

60°Cで1日間乾燥させたヨシを細かくはさみできざみ、その1gをビーカーにとり蒸留水100mlを加えガスバーナーの弱火で加熱し沸騰させながら10mlまで煮詰めた後、常温まで冷却しろ過した。煮汁を10mlのメスフラスコで定容し、コンパクトNa⁺メーター(C-122, HORIBA)とコンパクトK⁺メーター(C-131, HORIBA)を用いてそれぞれNa⁺とK⁺含量を測定した。単位はppm。

7. 種子発芽実験

St.1~St.3で採集したヨシの完熟した穂を数日間風乾させ重さを天秤で測定した後、ペーパータオルを敷いた4個の透明なプラスチックトレイにそれぞれ3本の穂をうすく広げていた。これらに、水、1、2、3%のNaCl溶液をそれぞれ穂が浸る程度に入れ、蓋をして30°C、8000luxの下で発芽実験を行った。種子発芽は10日後の穂の風乾重当たり発芽種子の数で表わした。

結 果

1. 土性

St.1~St.3の土壌はいずれも粒土が45%以上の重粘土(Heavy clay)に属した(表1)。

Table 1 Soil texture at the habitat of *Phragmites communis*

	Soil texture
St. 1	Heavy clay
St. 2	Heavy clay
St. 3	Heavy clay

2. 土壌塩分

堤外の3本のラインの土壌塩分の平均はLowerが2.4%, Upperが1.6%でLowerの方がUpperよりも少し高かった。Upperでは塩分は表層部の方が低い傾向にあった。掘った穴に浸出した液の塩分は、各ラインのLowerとUpperにおける30~35cmの深さの塩分とほぼ同じであった。堤内のSt.3の土壌には塩分は殆んど含まれていなかった(表2)。

Table 2 Soil salinity at the habitat of *Phragmites communis*

Soil depth(cm)	Soil salinity(%)						St.3
	Line-1-L (St.1)	Line-1-U (St.2)	Line-2-L	Line-2-U	Line-3-L	Line-3-U	
0~5	2.1	1.6	2.1	1.3	2.6	1.2	0
15~20	2.1	1.8	2.1	1.6	2.7	1.4	0.1
30~35	2.1 (2.1)	1.8 (1.8)	2.2 (2.3)	1.8 (1.7)	2.6 (2.5)	1.9 (1.8)	0.1 (NE)

Numbers in parentheses represent the salinity of water exudated in a hole dug.
NE; not exudated.

3. 土壌pH(KCl)

土壌pH(KCl)は堤内・外共に6.4~7.1で殆んど違いは見られなかった。また、深さによる違いも見られなかった。更に、掘った穴に浸出した液のpHは土壌のpH(KCl)と殆んど

ど差はなかった (表 3)。

Table 3 Soil pH (KCl) at the habitat of *Phragmites communis*

Soil depth (cm)	Soil pH						St.3
	Line-1-L (St.1)	Line-1-U (St.2)	Line-2-L	Line-2-U	Line-3-L	Line-3-U	
0~5	6.8	6.8	6.9	6.5	6.9	6.6	6.1
15~20	6.8	6.7	6.9	6.4	6.7	6.5	6.7
30~35	6.9 (7.1)	6.8 (7.0)	7.1 (7.1)	6.7 (6.9)	6.7 (7.0)	6.9 (7.0)	6.5 (NE)

Numbers in parentheses represent pH of water exudated in a hole dug.
NE; not exudated.

4. 土壌含水率

堤外の土壌の含水率は142~212%の範囲でかなり高かった。堤内の St.3の土壌でも約100%と高い値を示した。全体として深さによる差は見られなかった (表 4)。

Table 4 Soil water content of the habitat of *Phragmites communis*

Soil depth (cm)	Soil water content (% , g H ₂ O/g dry weight of soil×100)						St.3
	Line-1-L (St.1)	Line-1-U (St.2)	Line-2-L	Line-2-U	Line-3-L	Line-3-U	
0~5	176.8	188.4	192.7	207.2	166.7	199.6	101.9
15~20	149.8	199.3	155.6	188.8	146.9	202.6	98.0
30~35	157.4	212.2	155.6	142.0	151.6	192.7	96.6

5. ヨシの生育密度, 高さ, 茎の直径, 乾重

ヨシの生育密度は堤外の St.1, St.2から堤内の St.3に向かうにつれて, つまり海から陸に向かうにつれて低くなる傾向にあった。一方, 地上部の高さ, 茎の直径, 重さ, 地下部の重さは増加する傾向にあった (表 5, 図 2)。地上部の重さについては, 非同化器官 (茎)の方が同化器官 (葉) に比べて大きかった。非同化器官の重さは下部程大きく, 同化器官

Table 5 Growth of *Phragmites communis*

	Density (No. of plants/50×50cm ²)	Height (cm)	Stem diameter (cm)	Dry weight of roots (g/50cm ²)
St.1	51.3±2.5 (3)	78.0±0.8 (10)	3.6±0.8 (20)	36.5±5.5 (3)
St.2	27.0±3.0 (3)	134.4±13.6 (10)	5.0±0.8 (20)	141.4±15.1 (3)
St.3	21.3±4.5 (3)	256.4±26.8 (10)	7.3±1.4 (20)	266.3±25.8 (3)

Values are means±SD.

Numbers in parentheses represent sample numbers measured.

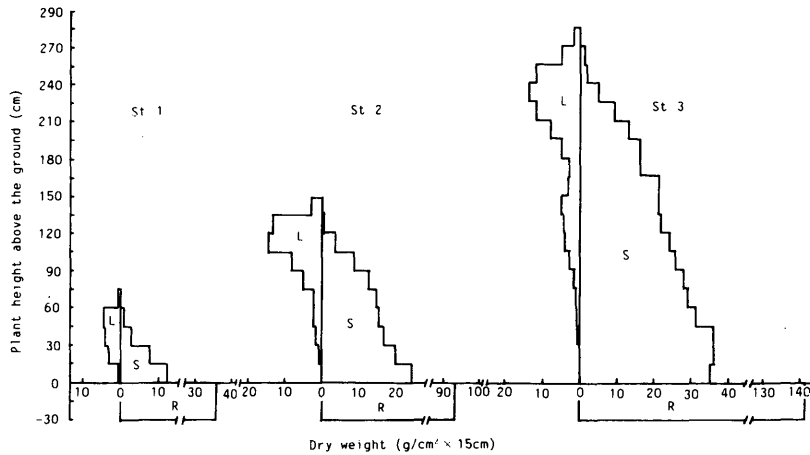


Fig. 2 Productive structure of *Phragmites communis*. L, leaves; S, stems; R, roots.

は上部程大きかった (図2)。

6. ヨシの各器官における Na^+ と K^+ 量

堤外に生育するヨシは、堤内の湿地に生育するものより、植物体の各器官において Na^+ を約8~20倍多く含んでいた。 Na^+ 含量は地上部の上部の器官(葉)程少なくなる傾向があり、葉は根に比べて約2.7倍低かった。一方、 K^+ 量は堤外と堤内のヨシにおいて差がないと言える。地下茎の K^+ 量にバラつきはあるが、堤外のヨシの地上部では Na^+ 量に比べて高い値を示した。堤内のヨシでは各器官において K^+ 量は Na^+ 量に比べて高い値を示した。 Na^+/K^+ の値は堤内のヨシの方が堤外のそれに比べて約10倍低かった (表6)。

Table 6 Na^+ and K^+ content in each organ of *Phragmites communis*

Organ	Sea			Land		
	Line-1-L(St.1)			St.3		
	K^+ (ppm)	Na^+ (ppm)	Na^+/K^+	K^+ (ppm)	Na^+ (ppm)	Na^+/K^+
Root	413.3±3.3 (3)	750.0±23.3 (3)	1.8	490.3±13.3 (3)	83.0±1.0 (3)	0.2
Subterranean	700.5±17.3 (3)	710.0±10.5 (3)	1.0	623.3± 8.8 (3)	31.7±1.2 (3)	0.1
Stem	580.0± 8.8 (3)	493.3± 5.4 (3)	0.9	513.3± 5.4 (3)	42.3±0.5 (3)	0.1
Leaf	576.7±11.9 (3)	263.3±10.9 (3)	0.5	836.7± 2.7 (3)	31.3±1.1 (3)	0.04

Values are means ± SE.

Numbers of parentheses represent sample numbers measured.

7. 種子発芽

堤外の St.1 では穂自体が形成されなかった。同じ堤外の St.2 のヨシでも発芽した種子は少なく堤内のヨシに比べて10倍程低かった(表7)。しかし、発芽可能な種子について考え

ると堤外で生産された種子は堤内のそれに比べて耐塩性は高かった (表 8)。

Table 7 Seed germination of *Phragmites communis*

Germinated seed ^a	
St.1	NS (5)
St.2	0.1±0.05 (5)
St.3	1.0±0.2 (5)

Values are means ± SD.

^aNumbers of germinated seeds per g dry weight of a spike.

Numbers of parentheses represent spike numbers. NS; no spike.

Table 8 Effect of NaCl concentration on the germination of seeds of *Phragmites communis* obtained at sea and land

Treatment	Germinated seed ^a	
	Sea (St.1)	Land (St.3)
Water	0.13±0.04 (3)	1.30±0.35 (3)
1%NaCl	0.11±0.04 (3)	0.07±0.30 (3)
2%NaCl	0.06±0.01 (3)	NG (3)
3%NaCl	NG (3)	NG (3)

Values are means ± SD.

^aNumbers of germinated seeds per g dry weight of a spike.

Numbers in parentheses represent spike numbers. NG; not germinated.

考 察

ヨシは粘土質の塩湿地 (潟土) や干拓地内に作られたクリークそばの粘土質の塩分を殆んど含まない湿地に普通に生育している。表 2 と 3 が示すようにヨシは弱酸性でしかも含水率が高い土壤に適應している。小野島干潟には日本最大級ともいえる塩生植物であるシチメンソウの群生地があるが(中西 1989), 最近, ヨシの進出が著しく年々生育地を広げつつある。とくに, 有機物が堆積し少し盛り上がった場所にはシチメンソウの群生地より沖まで進出している。

堤外の St.1 の深さ 15~20cm, 30~35cm の土壤塩分は堤内の St.3 のそれより約 20 倍高いが, St.1 の植物体の根, 地下茎, 茎, 葉の Na⁺量は, St.3 のそれよりそれぞれ約 9, 22, 11, 8 倍程高い。このことは, 根は Na⁺を体外に排出していることを示唆している (Greenways 1962)。一方, 地下茎は根より吸収した Na⁺を濃縮して地上部への輸送を抑制する働きをもっていることを示唆している。つまり, 地下茎は塩分の貯蔵器官としての役目をもっている可能性がある。地上部の葉は堤内・外のいずれにおいても Na⁺に比べて K⁺を多く蓄積する性質がある (Gorham 1990)。この高い K⁺含有が種子形成と何らかの関連があると考えられる。逆に Na⁺は種子形成に阻害的に作用すると考えられる。

ヨシの根はこうして耐塩性を獲得して地下茎を伸ばしながら, つまり栄養体繁殖をしながら塩湿地へと進出していると考えられる。塩湿地でのこうした栄養体繁殖は降水等によって塩が溶出したりして塩分が低下してくると種子生産による繁殖も行われると考えられる。そうなると堤外の沖への進出は更に加速されるであろう。潮受堤防が完成し, 潮が潮上が止められると, 数年後にはヨシの一大群生地と化すであろう。

堤 要

長崎県諫早市小野島の堤外（海）と堤内（干拓地）のヨシの生育地において、両生育地の土壌性質、両生育地のヨシ体内の Na^+ と K^+ 量、生産量、種子発芽について測定を行った。潮受堤防完成後のヨシをはじめとする塩生植物の消長の基礎的データとして活用が期待される。今回の調査測定で以下の結果が得られた。

1. ヨシは粘土質で含水率の高い土壌に適応している。
2. ヨシは一定程度の耐塩性を有しており、土壌塩分が約2%までは生育可能である。
3. ヨシはその地下部には Na^+ を、地上部には K^+ を多く蓄える性質を有している。
4. 堤外のヨシの種子生産は堤内のそれに比べて低い。
5. 堤外のヨシの種子の発芽における耐塩性は堤内のそれより高い。
6. 堤外のヨシは主として栄養繁殖によって増えている。

引用文献

- Gorham, J. (1990) Salt tolerance in the Triticeae: Ion discrimination in Rye and Triticale. *J. Exp. Bot.* 41: 609-614.
- Greenway, H. (1962) Plant responses to saline substrates. I. Growth and ion uptake of several varieties of *Hordeum* during and after sodium chloride treatment. *Aust. J. Biol. Sci.* 15: 16-38.
- MacManus, J. (1988) Grain size determination and interpretation. In: *Techniques in Sedimentology* (ed. Maurice Tucher). pp. 69-70. Blackwell Scientific Publication, Oxford.
- Miller, R. M. and Donahue, R. L. (1990) Soil physical properties. In: *Soils (Sixth edition). An introduction to soils and plant growth.* p49. Prentice Hall Englewood Cliffs, New Jersey.
- 中西弘樹 (1989) 有明海沿岸の塩生植物。採集と飼育 51(11), 484-487.