海岸埋立地の植栽環境に関する植物社会学的調査研究 (第 I 報)

亀山 章*, 飯塚 知子**, 益田 愛子**

Plant sociological studies about planting environment on coastal reclaimed land (I)

By Akira KAMEYAMA, Tomoko IIZUKA, Aiko MASUDA

I はじめに

近年、埋立、干拓等により、工場、団地等が海岸付近に著しく進出している。このことは工業、農業、住宅のための空間の増大として、国土の土地利用の面からは好ましいものであるが、反面、そのためにレクリエーション空間としての海岸が失われている事実も見のがすことはできない。

新たに造成された埋立地や干拓地を利用する場合、さまざまな機能を有する緑化の事業が必要となる。工場、住宅団地の用地とした場合の飛砂防止緑化、工場地帯と住宅地との間の緩衝緑地の造成等がそれである。緑化を行なおうとする場合、その土地が植物にとってどのような環境となっているかを十分に調査しておくことが必要である。

従来、埋立地、干拓地等の植栽に関連した研究としては、(i) 干拓地の土壌の塩分、PH、水分等の調査研究を行なった米田(1)らの土壌学的研究、(ii) 樹木、芝の耐潮性、干拓地の樹木の成長量についての実験的研究を行なった井手(2)・(3)、北村(4)・(5)、本多(6)、木村(7)らの植物生理生態学的研究、(iii) 埋立地の緑化工法に関する本間(8)・(9)らの緑地工学的研究に大別することができる。(i)と(iii)については、(i)の工学的解決として(iii)が提案されるという関係があった。これらの研究には、必ずしも応用生物学的な方法であったとは、言い得ないものがある。それは、植物と環境との関係を植物に対する総合的な要因として扱っていなかったからである。個々の環境要因が、植物社会にとってどのような環境の総体を作り出しているかという視点が欠けていたことが指摘される。

以上の観点から、筆者らは、海岸埋立地の植栽環境について、植物主体的に環境を把握する植物社会学的調査研究を試みた。今回の調査は、特に、埋立後の植生の遷移と土壌環境との関係を明らかにすることを目標に行なった。今後は(i)より広汎な地域での植生調査のもとに、埋立地の群落区分を行ない、(ii)その環境要因を究明し、(iii)それらを埋立地の緑化技術に応用する方

法を見出して行きたい。

II 調査の方法

1. 調査地

調査は、昭和43年10月から昭和44年1月まで、東京湾沿岸の埋立地について行なった。ここでは千葉県による13,273haの埋立(昭和60年)、東京都による2,000余haの埋立、神奈川県による横浜から三浦半島一円の埋立が行なわれている。調査地は、このうち東京都の平和島、有明、東雲、品川沖台場(1854年に作られた海堡、比較検討のため)、千葉県の五井、市原、姉ヶ崎を選定した。調査に当つては、埋立後、放置されており、人為による影響が少ない地区を選んだ。埋立後の時間の経過については、詳細な記録が残されていないため、事業の年度に従うこととした。

2. 植生調査の方法

植生調査は Braun-Blanquet(10)により提唱された、数度と被度とを組み合わせた総合被度測定法に基づいて行なった。調査の実施に際しては、当地域に対してあらかじめ行なった実地踏査により、ヘドロ地区、赤土客土地区、砂土地区のそれぞれについて均質な植分を見出し群落調査を行なった。調査区(quadrant)の大きさは、草地の群落調査に際して一般に用いられる5m×5m(25m²)の方形区を基準にした。

3. 土壌調査の方法

植生調査により得られた群落の種組成に対して、土壌環境のどのような因子が影響を及ぼしているかを判断するために土壌調査を行なった。土壌は各群落の代表的な地点について採取した。深さは、植物の根の深さについて観察を行ない、地表面より0—3cm、10—13cm、20—23cmの所で行なった。0—3cmのところはA層の形成が見られる場合があり、根の伸長は、細根が10—13cmのところまでに多く、直根の場合にも20—23cmのところはほぼ限界であった。採取した土壌のPHの測定についてはPHメーターとガラス電極による測定法、cl含量の測定については硝酸銀による滴定、含水量の測定については試料10~20gを秤量瓶に入れ110°Cで24hrs.乾燥して求める方法により行つた。

III 調査結果

1. 植生調査結果

* 奈良県経済部観光課

** 日本女子大学家政学部生物学教室

植生調査の結果は、Table 1-Table 3のようになった。この表からそれぞれの土壌における、種組の成の変化を見ると次のことが言える。

(i) ヘドロ地区

- 1) 3つの代表的な種群とその遷移の初期及び末期の種群とにより6つの群落に区分することができる。
- 2) 全域にメヒシバ、ヒメムカシヨモギ等ヤブツバキクラス域⁽¹¹⁾の初期遷移の雑草群落の構成種があるが、ハマシオン、ヒメクゲ等の塩沼性植生⁽¹¹⁾の構成種、ケイスビエ、イヌビエ等の水田雑草⁽¹¹⁾（還元層が地表に近い沼沢地等に見られる）がヘドロ地区の立地を特徴づけている。
- 3) 1は最も遷移の進んだ段階で、ススキ草原への移行がはじまっている。ヨシ、干ガヤ、ヨモギ、セイタカアワダチソウ等の肥沃な多湿土壌を好む河原の冠水草原⁽¹¹⁾や挺水草原⁽¹¹⁾の構成種があるこの段階では、*Salix*, *Alnus*, *Lespedeza*等の先駆植物の植栽が可能である。
- 4) 1-b, 2はヌカキビ、イヌタデ、ヌマガヤツリ、タカサブロウ等の水田雑草の構成種が見られる。立地の環境としては、*Salix*, *Populus*等の植栽が可能である。
- 5) 2-b, 3はオヒシバ、ハルノノゲシ、スズメノカタビラ等の比較的乾燥に強い植物や好寒性植物⁽¹¹⁾のホソバノハマアカザが構成種となつている。
- 6) 3-1bはさらに好寒性植物のオカヒジキにより下位区分される群落である。埋立完了後1年以内の所では、ノボロギク、ホソバノハマアカバを優占種とする群落になつている。

(ii) 赤土客土地区

- 1) 土壌の物理的環境としては、粒子が細くなるため塩分の溶脱が遅れ、塩沼性のハマシオンが優占種となつている。
- 2) 調査地は3つに群落区分することができた。全域にヒメムカシヨモギ、エノコログサ等のヤブツバキクラス域の初期遷移の雑草群落の構成種が見られる。
- 3) 3の一部は他の地域と比較するため品川沖台場の植生をしらべたものである。種数は5~13（調査区は5ヶ所）と少ないが、アズマネザサ、ススキが優占するススキ・ネザサ型⁽¹²⁾の草原になつている。
- 4) 2と3との相異は、3でヒメクゲ、イヌビエ等の湿地性の植物が多いことによつているが、これらの相異が、遷移の時間的な変化に起因するものであるのか、土壌の物理的環境（粒子の大きさと水分との関係）によるものであるのかは、判断し難い。埋立後の経過年数は、ほぼ等しい。

(iii) 砂土地区

- 1) ホソバノハマアカザ、ヨモギとヘソアオゲイトウ、チガヤとヤマアワを構成種とする3つの代表的な種群とそれらが下位区分された合計5つの種群に分類できる。
- 2) 全域にメヒシバ、ヒメムカシヨモギ等のヤブツバキクラス域の雑草群落の構成種があるが、塩沼植生のハマシオンは被度5%以下と少なく、ヘドロ地区や赤土客土地区の場合とは著しく異なっている。
- 3) 最も遷移の進んだ段階として、ここではチガヤ期の植生が見られる。チガヤ、ヤマアワが優占している部分は、微高地となつているので溶脱が進んだため遷移が早く進んだと観察された。
- 4) 干ガヤ期の前段階として、ヨモギを構成種とする群落が区分される。ヘドロの場合と同様、ヨモギは遷移の一時期の指標植物として利用できる。
- 5) 2-bはオヒシバ、アキメヒシバ等の比較的乾燥に強い種群からなつている。
- 6) 3はホソバノハマアカザ、ヒメムカシヨモギが優占している。3-1bは埋立直後に見られる植生であるが、さらに海岸に近く海水の飛沫を直接あびる所には、持続群落⁽¹³⁾として立地している。
- 7) 2のギョウギシバは、緑化試験のために播種されたものであるが、生育はきわめて良く被度も高い。この段階での緑化用植物として利用することができる。

2. 土壌調査結果

土壌調査は、植生調査により得られた各々の群落のうち、適当な調査地点について行なつた。調査の結果は、Table 4—Table 6のようになった。埋立後の時間の経過は、表の下から上へと長くなつている。この表から次のことが言える。

それぞれの土壌について、埋立後、初期の段階での測定値がほぼ等しいことから、土壌環境の変化は、土壌粒子の大きさに強く影響されていることがわかる。

土壌中のCl含量は、埋立後の時間の経過に伴ないヘドロ地区、赤土客土地区については減少の傾向が見られる。

PHはヘドロ地区では、アルカリ性から中性化しつつあり、赤土客土地区ではさらに酸性化の傾向が見られる。

含水量は、粒子の大きさによるため、砂土地区では少なく、乾燥状態を示し他の二地区は高く、湿地状態を示している。

IV 考 察

1. 今回の調査により、埋立地を緑化する場合、植栽環境はそれぞれの立地により異なるので、その地域の植生調査を行ない、植物主体的な植栽環境を把握し、緑化の

Table 1. Plant communities on reclaimed land Soil

Community		1		2		3	
Under Community		a	b	a	b	a	b
Number of vegetation Survey		11	4	8	3	5	12
Years after reclamation		5~11	5~11	3~5	3~5	2~3	1~2
Miscanthus sinensis Andress.	ス ス キ	Ⅰ					
Phragmites communis Trin.	ヨ シ	V	1				
Imperata cylindrica (Linn.), P. Beauv. var. koenigii (Retz.) Durand et Schinz	チ ガ ヤ	V	4				
Artemisia princeps Panpan.	ヨ モ ギ	V		I	1	I	
S. altissima Linn.	セイタカアワダチソウ	Ⅲ	1				
Panicum bisulcatum Thunb.	ス カ キ ビ		2	V	3		I
Polygonum longisetum De Bruyn	イヌタデ	I	1	Ⅳ	3		I
Cyperus glomeratus Linn.	スマガヤツリ		4	Ⅳ			
Eclipta prostrata (Linn.) Linn.	タカサブロウ	I	3	Ⅲ	3	I	I
Trifolium repens Linn.	シロツメクサ		3	Ⅱ	2		
Chenopodium ambrosioides Linn.	アリタソウ			Ⅲ	2		I
Eleusine indic (Linn.) Gaertn.	オヒシバ	I		I	3	V	V
Sonchus oleraceus Linn.	ハルノノゲシ		1	I	3	Ⅲ	Ⅲ
Poa annua Linn.	スズメノカタビラ					Ⅲ	Ⅲ
Atriplex Gmelini C. A. Mey., A littoralis var. japonica Koidz.	ホソバノハマアカザ				3	Ⅳ	V
Salsola Komarovii Iljin.	オカヒジキ						V
Senecio vulgaris Linn.	ノボロギク						Ⅱ
Digitaria adscendens (H. B. K) Henr.	メヒシバ	Ⅰ	1	Ⅳ	3	V	Ⅳ
Ergeron canadensis Linn.	ヒメムカシヨモギ	Ⅲ		Ⅰ	3	Ⅲ	I
Aster Tripolium Linn.	ハマシオン	Ⅲ	3	V	1	Ⅳ	I
Kyllingia brevifolia Rottb.	ヒメクグ	Ⅰ	4	Ⅰ		Ⅰ	
Echinochloa Crus-galli (Linn.) P. Beauv.	イヌビエ		3	Ⅳ	3	Ⅲ	Ⅲ
Panicum Crusgalli L., var. echinata Makino. (常在度Ⅰ以下は略)	ケイヌビエ		3	I			Ⅰ

方法に適切な診断を下すことが必要であることが確認された。

2. 埋立地の植生に対して、調査を東京湾に限定した今回の場合には、土壌粒子の大きさが主要な環境因子となっている。PH、cl 含量と植生遷移との間には有意な関係が見出し得なかつた。したがって土壌中のcl 含量を測定して緑化法を検討するという従来の方法については、疑問がある。

3. 遷移は各々の土壌により異なる。ヘドロ地区では、好窒素性植生→塩沼性植生→ヨシ・チガヤの草原、赤土客土地区では、好窒素性植生→塩沼性植生→ススキ・ネザサ型の草原、砂土地区では、好窒素性植生→チガヤ・ヤマアワの草原の順で行なわれている。したがって、それぞれの遷移の段階に応じて適当な緑化用植物と緑化方法とを検討することが望ましい。

Table 2. Plant communities on reclaimed land soil mixed with loam

Community		1	2	3
Number of vegetation survey		5	8	9
Years after reclamation		100	3 ~ 9	3 ~ 9
Miscanthus sinensis Andress.	ス ス キ	V	I	
Arundinaria Chino (Fr. et Sav.) Makino	アズマネザサ	V		
Paederia scandens (Lour.) Merrill.	ヘクリカズラ	III		
Polygonum cuspidatum Sieb. et Zucc.	イ タ ドリ	IV		
Phragmites communis Trin.	ヨ シ	III		
S. altissima Linn.	セイタカアワダチソウ		IV	IV
Oenothera muricata Linn.	アレチマツヨイ		IV	IV
Erigeron philadelphicus Linn.	ハルジオオン		IV	IV
Digitaria adsenden (H.B.K.) Henr.	メ ヒ シ バ		IV	II
Aster Tripolium Linn.	ハマシオン		IV	V
Trifolium repens Linn.	シロツメクサ		IV	V
Setaria pumila (Poir.) Roem. et Schult.	キンエノコロ		IV	II
Imperata cylindrica (Linn.) P. Beauv. var koenigii (Retz.) Durand et Schinz	チ ガ ヤ		III	IV
Bidens frondosa Linn.	アメリカセンダングサ		III	IV
Cynodon Dactylon (Linn.) Persoon	ギョウギシバ		II	II
Kyllingia brevifolia Rottb.	ヒ メ ク グ			IV
Cyperus microiria Steud.	カヤツリグサ		I	IV
Echinochloa Crus-gall (Linn.) P. Beauv.	イヌビエ		I	II
Erigeron Canadensis Linn.	ヒメムカシヨモギ	II	V	IV
Artemisia princeps Panpan.	ヨ モ ギ	II	II	II
Setaria viridis (Linn.) P. Beauv. (常在度 I 以下は略)	エノコログサ	I	III	III

引用文献

(1) 米田茂男；干拓地土壌に関する研究 (XIII)
岡山大学農学部学術報告 11, 1 ~ 14, 1958

(2) 井手久登；造園樹木の耐潮性に関する研究、造園雑誌27, (1), 18 ~ 23, 1963

(3) 同 ； 八郎瀧干拓土壌における緑化用樹種の生育について、造園雑誌29, (1), 18 ~ 24, 1965.

(4) 北村文雄；芝生用植物の耐塩性に関する研究 (I)
造園雑誌31 (2), 16 ~ 21, 1967.

(5) 同 ； 同 (II)
造園雑誌32 (2), 20 ~ 24, 1968.

(6) 本多 侔；公害防止植栽の方法、体系農学百科事典 VII

(7) 木村英夫；植物の耐潮性について、造園雑誌 (4), 126 ~ 37, 1937.

(8) 本間 啓；津田沼地区埋立造成地における飛砂防止工法の実験的調査研究 日本住宅公団. 1963.

(9) 同 ；臨海埋立地の緑化工法に関する基礎研究 日本住宅公団. 1967.

(10) Braun-Blanquet, J. ; Pflanzensoziologie. Dritte Auflage 757—768, 1964.

(11) 宮脇 昭；原色現代科学大事典3. 植物. 学習究社. 1967.

Table 3. Plant communities on sandy soil

Community	1	2		3	
Under community		a	b	a	b
Number of vegetation survey	2	4	5	5	2
Years after reclamation	3~5	5~11	5~11	3~5	1
Calamagrostis Epigeios (Linn.) Roth	ヤママワ	2			
Inperata cylindrica (Linn.) P. Beauv. var koenigii (Retz.) Durand et Schinz.	チガヤ	2			
Artemisia princeps Panpan.	ヨモギ		4	I	
Cynodon Dactylon (Linn.) Persoon	ギョウギシバ		4	V	
Bromuvs Catharticus Vahl	イヌムギ		3	V	
Eleusine indica (Linn.) Gaertn.	オヒシバ			V	1
Digitaria violascens Link	アキメヒシバ	1		IV	I
Amaranthus patulus Bertoloni	ホソアオゲイトウ			V	
Chenopodium ambrosioides Linn.	アリタソウ			III	
Cyperus Iria Linn.	コゴメガヤツリ			III	
Setaria pumila (Poir.) Roem. et Schult	キンエノコロ		1	III	
Sonchus oleraceus Linn.	ハルノノゲシ		1	IV	IV
Poa annua Linn.	スズメノカタビラ			V	II
Echinochloa Crus-galli (Linn.) P. Beauv.	イヌビエ			II	IV
Atriplex Gmelini C. A. Mey., A littoralis var. japonica Koidz.	ホソバノハマアカザ				V
Erigeron canadensis Linn.	ヒメムカシヨモギ	2	4	V	V
Digitaria adscendens (H. B. K.) Henr.	メヒシバ	1	1	IV	V
Aster Tripolium Linn.	ハマシオン	2	3		III

(常在度 I 以下は略)

- (12) 沼田 真; 草地の状態診断に関する研究 I、日本草地学会誌11, (1), 1965.
- (13) 宮脇 昭; 自然の保護と利用の生態学的基礎、応用生態学(下), 古今書院, 1963.

Summary

This study aims at finding out the planting environment on coastal reclaimed land. In this investigation the plant communities and their succession on 3 types of soils (reclaimed land soil, reclaimed land soil mixed with loam, sandy soil) were studied in relation to PH, Chloride content, and water content of each soil. For this investigation vegetation survey

in 83 places and soil survey in 16 places were held. The results obtained were as follows :

1. The environment for plantations is different each geographical feature. It is necessary to consider how to cover the reclaimed land with plants after examining the conditions of vegetation and then grasping nature environment.
2. The main factor of environment for vegetation in this reclaimed land is supposed to be the size of soil grain rather than PH and Chloride content.
3. The appropriate way for plantations and the species of plant require consideration from the point of plant succession.

(44. 6. 2受付)

Table 4. PH of each soil

Soil	Community	deapth (cm)		
		0 — 3	10 — 13	20 — 23
reclaimed land soil	1 a	7.19	7.29	7.37
	2 { a b	6.80	6.83	6.80
		7.50	7.50	7.65
	3 { a b	8.00	7.98	7.80
		6.15	7.24	7.45
reclaimed land soil mixed with loam	1	4.60	4.79	4.81
	2	7.70	7.48	7.22
	3	7.35	7.10	7.05
sandy soil	1	7.82	7.82	7.92
	2 { a b	6.18	7.60	7.50
		6.28	6.89	7.20
	3 a	7.80	7.75	7.65

Tale 5. Chloride content in each soil (%)

Soil	Community	deapth (cm)		
		0 — 3	10 — 13	20 — 23
reclaimed land soil	1 a	0.0132	0.0069	0.0066
	2 { a b	0.0492	0.0614	0.0737
		0.0432	0.0871	0.0864
	3 { a b	0.0089	0.0069	0.0067
		0.0602	0.0869	0.0778
reclaimed land soil mixed with loam	1	0.0685	0.0077	0.0081
	2	0.0133	0.0088	0.0126
	3	0.0109	0.0109	0.0115
sandy soil	1	0.0102	0.0200	0.0098
	2 { a b	0.0095	0.0077	0.0067
		0.0158	0.0053	0.0049
	3 a	0.0112	0.0067	0.0070

Table 6. Water content in each soil (%)

Soil	Community	deapth (cm)		
		0 — 3	10 — 13	20 — 23
reclaimed land soil	1 a	34.8	27.8	31.5
	2 { a b	42.6	33.3	34.1
		23.5	24.2	24.7
	3 { a b	27.7	28.9	38.6
		39.3	31.7	32.1
reclaimed land soil mixed with loam	1	134.4	63.1	55.9
	2	36.7	39.4	44.1
	3	38.2	27.2	26.8
sandy soil	1	11.5	8.4	17.7
	2 { a b	21.4	20.0	19.0
		22.0	16.7	15.6
	3 a	46.5	30.7	32.3