

堺第7-3区埋立処分場Hポンドにおける植生とバイオマス生産

中山祐一郎・青木大輔・北宅善昭*・大木理**

(大阪府立大学大学院農学生命科学研究科生態保全学研究室,

*生物環境調節学研究室, **植物病理学研究室,

〒599-8531 大阪府堺市学園町1-1)

要 旨

強アルカリ性土壌荒廃地における植物による環境修復に関する基礎知見を得るために、堺第7-3区埋立処分場Hポンドにおいて回復してきた植生を調査し、地上部乾物重を測定した。自然および人為的植生回復地を含めて24科103種の維管束植物が観察され、帰化率は59%であった。2003年秋季のHポンドの植生は一年生草本を主体としたが、攪乱強度や土地利用度の違いによって種の構成や優占度が異なっていた。平坦部では植被率は58.4%、平均群落高は67.8cmあり、メヒシバ、イヌビエ、エノコログサ類などのイネ科の一年生草本が優占し、次いでセイバンモロコシが優占した。周縁部では植被率と群落高が高く、セイバンモロコシやクズ、ヨモギなどの多年生草本が優占した。真砂土区では植被率は23.3%となり、ノゲシが優占した。地上部乾物重は最大1163g/m²で、全調査区平均では367g/m²となり、Hポンドの平坦部8haにおいて1年間に固定される地上部バイオマスは最大93t、平均29tとなると推定された。

キーワード：植生、バイオマス、強アルカリ性土壌荒廃地、乗算優占度、攪乱、二次遷移

Abstract

Yuichiro NAKAYAMA, Daisuke AOKI, Yoshiaki KITAYA* and Satoshi T. OHKI** (*Laboratory of Conservation Ecology, *Laboratory of Environmental Control in Biology, **Laboratory of Plant Pathology, Graduate School of Agriculture and Biological Sciences, Osaka Prefecture University, Gakuencho 1-1, Sakai, Osaka, 599-8531, Japan*): Structure and Biomass of Vegetation Covered in H-pond, No. 7-3 Landfill Site, Sakai City. *Sci. Rep. Grad. Sch. Agric. & Biol. Sci., Osaka Pref. Univ.* **56**: 57-63 (2004).

In order to acquire basic knowledge of environmental restoration by plant and plant-biomass production in strongly alkalized wastelands, the vegetation structure and aboveground dry mass of plants were monitored in H-pond, No. 7-3 Landfill Site, Sakai City. A total of 103 species of vascular plants was observed from July 8, 2003 to March 4, 2004, and the rate of naturalized species was 59%. Annual species dominated in the autumn of 2003, and the species composition and dominant species varied from place to place depending on the intensity of disturbance and land-use in H-pond. On the flat area of H-pond, the percentage of vegetation cover was 58.4%, and the average plant height was 67.8 cm. Annual grasses, such as *Digitaria ciliaris*, *Echinochloa crus-galli* and *Setaria* spp., were highly dominant, as was subsequently *Sorghum halepense* on the flat area. On the slopes surrounding the flat area, the percentage of vegetation cover ranged from 73.1% to 100%, and the average plant height was more than 100 cm. Perennial species, such as *Sorghum halepense*, *Pueraria lobata* and *Artemisia indica*, were dominant on the slopes. On a lot covered with decomposed granite soil located in the southeastern part of the flat area, the percentage of vegetation cover was 23.3% and *Sonchus oleraceus* dominated with an average height of 40.7 cm. The aboveground dry mass of the plants measured in late November was 1163 g per plot of one square meter at maximum and 367 g on average, and the aboveground biomass fixed in one year in H-pond was estimated to be 93 ton at maximum and 29 ton on average.

Key Words: biomass, disturbance, multiplied dominance ratio, secondary succession, strongly alkalized wastelands, vegetation

本研究は堺市からの受託研究費および科学研究費補助金(第11556010号)の一部によるものである。

緒 言

「堺第7-3区環境共生モデル調査研究」は、大阪府の臨海部にある堺第7-3区埋立処分場Hポンド（以下、Hポンド）を実験地として、穀物や飼料作物、牧草などの栽培によって強アルカリ性土壌荒廃地を環境修復し、大気中の二酸化炭素の吸収をすすめヒートアイランド現象の緩和などを検証するとともに、得られたバイオマスを生産しようとするプロジェクトである。

Hポンドでは、建設残土や廃土を埋め立てた約8haの土地を2003年5月に整地してほぼ均平にした後、中央および北東側の約6haに緑化植物として7種の牧草が混播された（エコエリア研究会, 2004; 図1）。また、東南側には約10aの作物試験栽培区が設置されて、その一部には真砂土が敷かれ、一部には剪定枝堆肥がすき込まれた（エコエリア研究会, 2004）。一般に攪乱によって植生が破壊され裸地化した土地では、以前に生育していた植物の埋土種子や栄養繁殖器官および周辺から侵入してきた種子からの芽生えによって新たな植生が形成され、二次遷移が始まる（沼田, 1987）。人為的攪乱環境に生育する植物では、種によって土壌に対する反応や攪乱耐性などが異なるので（清水, 1960; Young, 1968）、隣接した場所でも攪乱強度や肥沃度などの時間的・空間的な変化に対応して植生は遷移する（清水, 1969; 伊藤ら, 1999）。本報告では、植物による強アルカリ性土壌荒廃地の環境修復とバイオマス生産に関する基礎知見を得ることを目的として、Hポンドにおいて整地作業後に出現した植生と地上部乾物重を調査し、植生管理の方法について考察した。

材料および方法

2003年7月8日と29日、9月2日、17日と19日、10月10日および2004年3月4日にHポンドを踏査し、確認した植物種を記録した。現場での同定に困難な種は、研究室に持ち帰って同定した。種の学名には米倉・梶田（2003）の見解を採用した。

2003年秋期にはHポンドを相観と土地利用から平坦部、周縁部および真砂土区に区分した（図1）。平坦部と周縁部には幅1cm、長さ10mの複数の調査ラインを無作為に設定し、接線法（奥宮・伊藤, 1967）に従って被度（冠部被度）および草高を測定した。平坦部とは、整地してほぼ均平にされた約8haのうち、東南側の作物試験栽培区域約10aを除く部分で、平坦部の中央および北東側の約6haには緑化植物が混播されている（エコエリア研究会, 2004）。平坦部には23本の調査ライン（No. 1~23）を設置した。周縁部とは平坦

部の周りにある斜面および植え込みを指し、東斜面には5本（No. 24~28）、北斜面東側には2本（No. 29, 30）、北斜面西側には3本（No. 31~33）、クロマツなどが植栽された西端部には2本（No. 34, 35）の調査ラインを設置した。平坦部の南西側にある緩斜面の植生は平坦部の植生と類似していたので、この緩斜面に調査ラインは設置しなかった。真砂土区とは、作物試験栽培区域内にある真砂土の敷かれた一区画で、作物や野生植物が試験栽培されている（エコエリア研究会, 2004）。真砂土区内の作物が生育していない部分に1m×1mのコドラートを20箇所設置し、コドラート内に発生した植物の被度と草高を記録した。平坦部は9月19日に、周縁部は10月10日に、真砂土区は9月2日に調査した。

出現した種を、生活型として一年生草本種、二年生草本種、多年生草本種および木本種とに、来歴として在来種と外来種とに区別した。在来種と外来種との区別は清水（2003）を参考に決定した。ただし、ギョウギシバは在来（史前帰化）であるが、緑化用のパーミュダグラスとして近年に導入されたものが逸出しており在来との区別が難しいので、本報告では外来種として扱った。ある種の出現した調査ラインまたはコドラート数の、全調査ラインまたはコドラート数に対する割合をその種の常在度として、区域（平坦部、周縁部および真砂土区）ごとに常在度を算出した。それぞれの種について被度×草高を調査ラインまたはコドラートごとに算出し、区域での平均値をその区域における種の優占度（乗算優占度）とした。

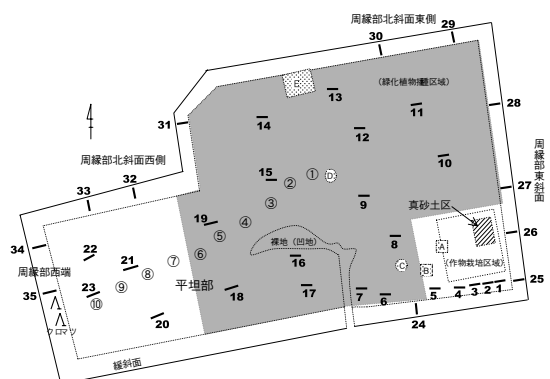


図1 Hポンドにおける試験区の配置および植生とバイオマス生産の調査地点

1~35の数字とーは調査ラインを、①~⑩は刈り取り区を示す。

A~Dは平坦部における特徴的な群落の位置を示す。A：キンエノコロの純群落、B：キシユスズメノヒエの純群落、CおよびE：草高2m以上のセイバンモロコシの優占する群落、D：多年生草本（ヨモギ、セカタカアワダチソウなど）の優占する群落。

2003年11月下旬には、Hポンド平坦部において代表的な植生が見られる地点に1 m²の区画を10箇所設け(図1)、区画内にある植物の地上部を刈り取り、乾燥重量を種ごとに測定した。

なお、継続的な調査を行うため、植生の調査地点と刈り取り区的位置を携帯型GPS装置(測位精度15mRMS未満)で記録した。

結 果

整地後に出現した植生

全体では2003年7月8日から2004年3月4日に24科103種の維管束植物が観察された(表1)。一年生草本69種(うち外来42種)、多年生草本30種(うち外来17種)、木本3種(うち外来1種)、不明(未同定)1種が確認され、全種数に対する外来種の割合(帰化率)は59%であった。種の構成や優占度は、区域ごとに異なっていた。

平坦部では、2003年秋期に調査ライン上に出現したのは43種であり、そのうち常在度20%以上の種は18種であった(表1)。また、調査ライン以外の場所に出現した種は23種あった。植被率は58.4%、平均群落高は67.8cmであった。被度は一年生のイネ科草本(メヒシバ、オヒシバ、イヌビエ、エノコログサ類)で高く、次いで多年生のギョウギシバ、セイバンモロコシ、シロツメクサで高かった。乗算優占度による種順位の上位5種は、高い順にイヌビエ、セイバンモロコシ、キンエノコロ、メヒシバ、オヒシバであり、乗算優占度の合計の60%をイネ科の一年生草本で占め、多年草ではセイバンモロコシ(約19%)の例を除き低かった(図2)。平坦部の一部には、キンエノコロやキシウズメノヒエの純群落や、草高2mを超えるセイバンモロコシの純群落、ヨモギやセ

イタカアワダチソウなどから成る多年生草本群落などがパッチ状に見られた(図1)。

平坦部の緑化植物播種区域では播種された7種の緑化植物のうちシナガワハギ、シロクロバ(シロツメクサ)、バーミューダグラス(ギョウギシバ)およびペレニアルライグラス(ホソムギ)の幼植物が確認された。また、ケンタッキーブルーグラス(ナガハグサ)は10cm程度の草高となり出穂していた。トールフェスクとバヒアグラスの芽生えは確認できなかった。

周縁部で調査ライン上には42種が出現し、そのうち常在度20%以上の種は17種であった(表1)。また、調査ライン以外の場所に出現した種は19種あった。これらの多くは、作物試験栽培区域東側の斜面上部に見られた。常在度は、イネ科の一年生草本のほか、多年生のセイバンモロコシ、ギョウギシバ、ヨモギで高く、ヨシやクズでも比較的高かった(表1)。乗算優占度による種順位の上位5種は、高い順にセイバンモロコシ、クズ、ヨモギ、アキノエノコログサ、クソニンジンであり、多年生草本の種順位が高かった(図2)。種の構成や優占度は、地点によって違いが見られた。東側斜面では、植生の種構成は平坦部と似ていたが、多年生草本の常在度がとくに高く、優占種はセイバンモロコシであった。北斜面東側は草高1mを超えるクズで覆われており、クズは調査ライン13番周辺の平坦部まで広がっていた。北斜面西側では、草高1mを超えるセイバンモロコシが優占し、ススキが混生していた。斜面の底部には草高2mを超えるヨシやセイタカヨシが生育し、その一部は斜面にまで広がっていた。クロマツなどが植栽された西端部では、下草は30cm程度に刈り込まれており、優占種はヨモギで、次いでギョウギシバの優占度が高かった。

真砂土区では、植被率は23.3%で、生育する種のほとんどは草高30cm以下であった。2003年秋期に調査枠内に出現した35種のうち、一年生草本は29種であり、優占種はノゲシであった(図2)。ネズミムギは真砂土区のみで見られた(表1)。

バイオマス生産量

刈り取り区では31種の草本植物が見られた。区によって出現する種は大きく異なり、シロツメクサ(7区)、エノコログサ類(7区)、メヒシバ(7区)、セイバンモロコシ(7区)、ギョウギシバ(3区)、オヒシバ(3区)およびシロバナシナガワハギ(3区)で出現頻度が高かった。地上部乾燥物重は各区とも、セイバンモロコシ、シロツメクサ、メヒシバ、ギョウギシバおよびエノコログサ類でそのほかの種より大きかった(図3)。群落地上部乾燥物重はセイバンモロコシの優占する①

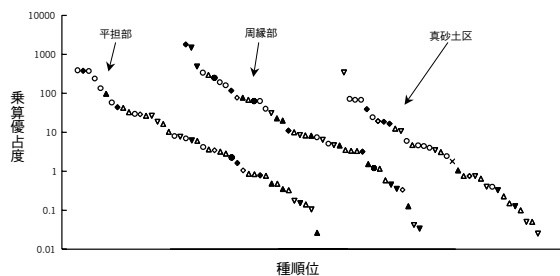


図2 2003年秋期にHポンドに出現した種の乗算優占度-種順位関係

○: 一年生・単子葉・在来種, ◇: 一年生・単子葉・在来種, ▽: 一年生・双子葉・外来種, △: 一年生・双子葉・外来種, ●: 多年生・単子葉・外来種, ◆: 多年生・単子葉・外来種, ▼: 多年生・双子葉・在来種, ▲: 多年生・双子葉・外来種, ×: 不明種(イネ科の一種)。二年生は多年生に含まれる。

表1 Hポンドで確認された維管束植物

綱	科名	種名	学名	常在度			生活型	来歴	
				平坦部	周縁部	真砂土区			
モクレン綱 (双子葉)	アカザ科	シロザ	<i>Chenopodium album</i> L.	II	I	III	a	n	
		アリタソウ	<i>Chenopodium ambrosioides</i> L.	r			a	i	
	ヒユ科	ホソアオゲイトウ	<i>Amaranthus hybridus</i> L.	I	I		a	i	
		アオビユ(ホナガイヌビユ)	<i>Amaranthus viridis</i> L.	I		III	a	i	
	スベリヒユ科	スベリヒユ	<i>Portulaca oleracea</i> L.	I	I	III	a	n	
		ヒメマツバボタン	<i>Portulaca pilosa</i> L.			II	a	i	
	タデ科	オオイスタデ	<i>Persicaria lapathifolia</i> (L.) Gray	I	I		a	n	
		ハルタデ	<i>Persicaria maculosa</i> Gray	r			a	n	
		スイバ	<i>Rumex acetosa</i> L.		I		p	n	
	アオイ科	アレチギシギシ	<i>Rumex conglomeratus</i> Murray		I		p	i	
		ギシギシ	<i>Rumex japonicus</i> Houtt.		I	III	p	n	
		イチビ	<i>Abutilon theophrasti</i> Medik.	r			a	i	
	ヤナギ科	ウサギアオイ	<i>Malva parviflora</i> L.	r	r		a	i	
		ヤマナラシ	<i>Populus tremula</i> L. var. <i>sieboldii</i> (Miq.) H. Ohashi	r			w	n	
	アブラナ科	カラシナ	<i>Brassica juncea</i> (L.) Czern.	r	r		a	i	
		ナズナ	<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.			II	a	n	
		タネツケバナ	<i>Cardamine scutata</i> Thunb.			II	a	n	
		カラクサナズナ	<i>Lepidium didymum</i> L.			II	a	i	
	バラ科	オキジムシロ	<i>Potentilla supina</i> L.	r			p	n	
	マメ科	クサネム	<i>Aeschynomene indica</i> L.	r	r		a	n	
		アレチヌスビトハギ	<i>Desmodium paniculatum</i> (L.) DC.		r		a	i	
		コメツブウマゴヤシ	<i>Medicago lupulina</i> L.	II		III	a	i	
		(シロバナ)シナガワハギ	<i>Melilotus officinalis</i> (L.) Pall.	II	I		a	i	
		クズ	<i>Pueraria lobata</i> (Willd.) Ohwi	I	II		p	n	
		コメツブツメクサ	<i>Trifolium dubium</i> Sibth.			III	a	i	
		シロツメクサ	<i>Trifolium repens</i> L.	III	I	II	p	i	
		スズメノエンドウ	<i>Vicia hirsuta</i> (L.) Gray	r			a	n	
		カラスノエンドウ	<i>Vicia sativa</i> L.	r	r		a	n	
		カスマグサ	<i>Vicia tetrasperma</i> (L.) Schreb.			II	a	n	
		ナヨクサフジ	<i>Vicia villosa</i> Roth subsp. <i>varia</i> (Host) Corb.	r			a	i	
		アカバナ科	オオマツヨイグサ	<i>Oenothera glazioviana</i> Micheli		I		b	i
			コマツヨイグサ	<i>Oenothera laciniata</i> Hill		I		a	i
			アレチマツヨイグサ	<i>Oenothera parviflora</i> L.	r	r		b	i
		トウダイグサ科	エノキグサ	<i>Acalypha australis</i> L.	I	I		a	n
	コニシキソウ		<i>Chamaesyce maculata</i> (L.) Small	I	II		a	i	
	オオニシキソウ		<i>Chamaesyce nutans</i> (Lag.) Small	r	r		a	i	
	ハツユキソウ		<i>Euphorbia marginata</i> Pursh		r		a	i	
	カタバミ科	アカメガシワ	<i>Mollotus japonicus</i> (L.f.) Mull.Arg.	r			w	i	
		カタバミ	<i>Oxalis corniculata</i> L.		I		p	n	
	ナス科	ムラサキカタバミ	<i>Oxalis debilis</i> Kunth subsp. <i>corymbosa</i> (DC.) Lourteig		r		p	i	
		トマト	<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.		r		a	i	
		アメリカイヌホオズキ	<i>Solanum ptychanthum</i> Dunal	I		III	a	i	
	ヒルガオ科	ヨウシュチョウセンアサガオ	<i>Datura stramonium</i> L.	I			a	i	
		マメアサガオ	<i>Ipomoea lacunosa</i> L.	I			a	i	
	クマツヅラ科	ヤナギハナガサ	<i>Verbena bonariensis</i> L.		I		p	i	
	シソ科	シソ	<i>Perilla frutescens</i> (L.) Britton var. <i>crispa</i> (Thunb.) H. Deane		r		a	n	
	オオバコ科	へらオオバコ	<i>Plantago lanceolata</i> L.	I	II		p	i	
	ゴマノハグサ科	オオイヌノフグリ	<i>Veronica persica</i> Poir.	r			a	i	
	ノウゼンカズラ科	ノウゼンカズラ	<i>Campsis grandiflora</i> (Thunb.) K. Schum.	r			w	n	
	キク科	ブタクサ	<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.		I		a	i	
		クソニンジン	<i>Artemisia annua</i> L.	I	II	II	a	i	
		ヨモギ	<i>Artemisia indica</i> Willd. var. <i>maximowiczii</i> (Nakai) H. Hara	I	V	II	p	n	
		ホウキギク	<i>Aster subulatus</i> Michx.	I	I		a	i	
		アメリカセンダングサ	<i>Bidens frondosa</i> L.	I			a	i	
		コセンダングサ	<i>Bidens pilosa</i> L. var. <i>pilosa</i>	r			a	i	
		ヤグルマギク	<i>Centaurea cyanus</i> L.		r		a	i	
		トキンソウ	<i>Centipeda minima</i> (L.) A. Braun et Asch.			II	a	n	
		アレチノギク	<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronquist	r			a	i	
		ヒメムカシヨモギ	<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	II	I		a	i	
		オオアレチノギク	<i>Conyza sumatrensis</i> (Retz.) E. Walker	I			a	i	
		ハルシャギク	<i>Coreopsis tinctoria</i> Nutt.		r		a	i	
		アメリカカタカサプロウ	<i>Eclipta alba</i> (L.) Hassk.	II		III	a	i	
		ハキダメギク	<i>Galinsoga quadriradiata</i> Ruiz et Pav.	r	r		a	i	
		ウラジロチチコグサ	<i>Gnaphalium spicatum</i> Lam.			II	a	i	
		シロタエヒマワリ	<i>Helianthus argophyllus</i> Torr. et A. Gray		r		a	i	
		トゲチシャ	<i>Lactuca serriola</i> L.		r		a	i	
		ナルトサワギク	<i>Senecio madagascariensis</i> Poir.		I		p	i	
		セイタカアワダチソウ	<i>Solidago altissima</i> L.	I	II		p	i	
		ノゲシ	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	II	II	V	a	n	
		セイヨウタンポポ	<i>Taraxacum officinale</i> Weber ex F.H. Wigg.	I			p	i	
		イガオナモミ	<i>Xanthium italicum</i> Moretti	II	I		a	i	

表1 つづき

綱	科名	種名	学名	常在度			生活型	来歴	
				平坦部	周縁部	真砂土区			
ユリ綱 (単子葉)	ツユクサ科 カヤツリグサ科	ツユクサ	<i>Commelina communis</i> L.	r	r		a	n	
		ヒメクグ	<i>Cyperus brevifolius</i> (Rottb.) Hassk.		I		p	n	
		タマガヤツリ	<i>Cyperus difformis</i> L.	I		II	a	n	
		コゴメガヤツリ	<i>Cyperus iria</i> L.	I		III	a	n	
		カヤツリグサ	<i>Cyperus microiria</i> Steud.	I		II	a	n	
		キンガヤツリ	<i>Cyperus odoratus</i> L.	I			a	i	
		イガガヤツリ	<i>Cyperus polystachyos</i> Rottb.	r			p	n	
		ハマスゲ	<i>Cyperus rotundus</i> L.	I			p	n	
		イネ科	イヌムギ	<i>Bromus catharticus</i> Vahl	r		III	p	i
			ギョウギシバ	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	IV	IV	III	p	i
メヒシバ	<i>Digitaria ciliaris</i> (Retz.) Koeler		V	V	IV	a	n		
アキメヒシバ	<i>Digitaria violascens</i> Link			I		a	n		
イヌビエ	<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P.Beauv. var. <i>crus-galli</i>		IV	III	III	a	n		
オヒシバ	<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn.		V	II	IV	a	n		
コスズメガヤ	<i>Eragrostis minor</i> Host		II	I		a	i		
ネズミムギ	<i>Lolium multiflorum</i> Lam.				IV	a	i		
ペレニアルライグラス	<i>Lolium perenne</i> L.		r		IV	a	p		
ススキ	<i>Miscanthus sinensis</i> Andersson			I		p	n		
オオクサキビ	<i>Panicum dichotomiflorum</i> Michx.		II	III	II	a	i		
シマスズメノヒエ	<i>Paspalum dilatatum</i> Poir.			I		p	i		
キシュウスズメノヒエ	<i>Paspalum distichum</i> L.		I	I		p	i		
ヨシ	<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud.			II		p	n		
セイタカヨシ	<i>Phragmites vallatoria</i> (L.) Veldkamp			r		p	n		
スズメノカタビラ	<i>Poa annua</i> L.				IV	a	n		
ケンタッキープルーグラス	<i>Poa pratensis</i> L.		I			p	i		
ヒエガエリ	<i>Polypogon fugax</i> Nees ex Steud.				III	a	n		
アキノエノコログサ	<i>Setaria faberi</i> R.A.W.Herrm.	IV	IV	II	a	n			
キンエノコロ	<i>Setaria glauca</i> (L.) P.Beauv.	IV	III		a	n			
エノコログサ	<i>Setaria viridis</i> (L.) P.Beauv.	IV	III	III	a	n			
セイバンモロコシ	<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	III	IV	II	p	i			
イネ科の一種				II					
ヤマノイモ科	オニドコロ	<i>Dioscorea tokoro</i> Makino		r		p	n		

常在度：V：100～80%，IV：80～60%，III：60～40%，II：40～20%，I：20～0%，r：平坦部および周縁部の調査ライン上または真砂土区の枠内に出現せず。
 生活型：a：一年生草本，b：二年生草本，p：多年生草本，w：木本。
 来歴：n：在来種，i：外来種。

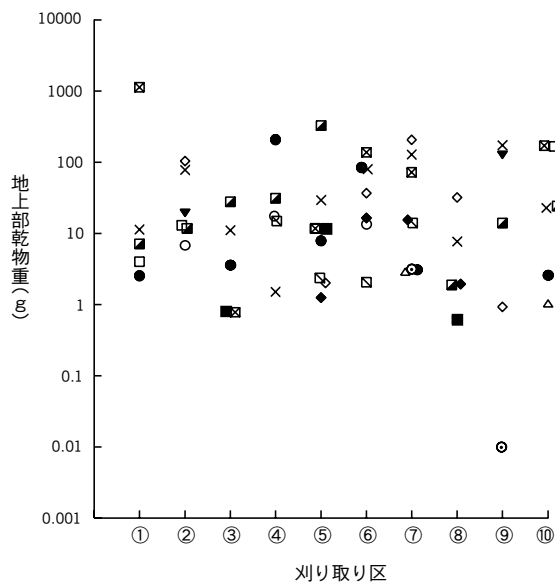


図3 刈り取り区に出現した植物種の地上部乾物重

①～⑩は刈り取り区を示す(図1参照)。
 ○: コメツブウマゴヤシ, ○: シロバナシナガワハギ,
 ●: シロツメクサ, △: マメアサガオ, ▼: ヨモギ,
 □: ギョウギシバ, ◇: メヒシバ, ■: イヌビエ,
 ◆: オヒシバ, ▣: オオクサキビ,
 ▤: エノコログサ類, ▥: セイバンモロコシ,
 ×: その他

区で1163g/m²で最大となり、次いでメヒシバの優占する⑦区で444g/m²となった。全調査での平均地上部乾物重は367g/m²となった。

考 察

2003年4月17日には、セイバンモロコシやセイタカアワダチソウ、ヒメムカシヨモギ、ヨモギなどの枯れた茎が地面を覆い、植被(枯れ草)の少ない部分にはシロバナシナガワハギ、シロツメクサ、コメツブウマゴヤシ、ヘラオオバコ、ギョウギシバ、ノゲシなどが見られたことから、整地前のHポンドには越年草や多年草の優占する群落があったと考えられる。整地作業による攪乱でこの植生が破壊され裸地化し、その後、この場所の1/2は草高60cm程度のイネ科草本によって覆われ、地表には背の低いマメ科草本をまばらに含む植生が出現した。播種された緑化植物の生長は悪く、これらは植被やバイオマスにほとんど貢献していなかった。シナガワハギ、シロツメクサおよびギョウギシバには播種されて発生した個体のほかに以前から侵入していた個体があり、大きく生長した個体やシロバナシナガワハギは以前からの

個体と考えられる。真砂土区ではノゲシが優占したが、これは整地作業による攪乱と繁殖体の含まれない真砂土が敷かれたことにより、周囲からの風散布型種子の侵入とその後の定着に有利な環境条件が真砂土区に成立したためと考えられる。一方、周縁部の東および北斜面と西端部では多年生植物の優占する植被率の高い群落が見られたが、これは斜面では傾斜のために、西端部では以前からクロマツなどが植栽されていたために、整地作業による攪乱をほとんど受けず、整地以前の植生が保存されていたと考えられる。このように、Hポンドにおける2003年秋期の植生は二次遷移の初期段階に一般に観察される一年生草本を主体とするもので(沼田, 1987)、攪乱強度や土地利用の違いによって種の構成や優占度が異なっていた。優占種のほかに多数の種が観察され、とくにイネ科多年生草本のセイバンモロコシ、先駆的な木本種として知られるアカメガシワやヤマナラシのほか、ヒメムカシヨモギやオオアレチノギク、スズメノカタビラなどの冬型一年草(越年草)が2004年3月4日に多く生育していたことから、今後、越年草の優占する植生から多年草の優占する植生へと推移し、さらに木本の割合も高くなり、堺第7-3区産業廃棄物第2次処分地のst-1およびst-2で見られる植生(大阪湾臨海部緑の拠点創出検討委員会, 2003)に遷移すると推定される。

平坦部8haでのバイオマス生産量(地上部全乾物重)は、セイバンモロコシの優占した区を基準にすると最大で93t、平均では29tとなると推定される。中国東北部の土壌のアルカリ化によって退化した羊草*Aneurolepidium chinense*草地での乾物生産量は約0.6t/ha、退化していない草地では1.5~2.2t/haであり(川鍋ら, 1993)、日本のススキ型草地のバイオマス生産量は生重で2000g/m²前後(佳山ら, 1983)、乾物重では400~700g/m²である(沼田, 1976)から、Hポンドにはススキ型草地並みのバイオマス生産力があると考えられる。しかし、乾物生産の大部分はセイバンモロコシとイネ科一年生草本によるものであり、また地点によるばらつきもたいへん大きい。刈り取り区間での生長量の差は、土壌環境の差に関連すると考えられる。今後、各調査区の土壌環境特性を調査し、生長量に影響する土壌環境要素を特定して、その影響のメカニズムを解明する必要がある。Hポンドにおいて最大のバイオマス生産を安定して行うためには、土壌環境要素に耐性をもつ植物種を見いだすとともに、土壌条件の改善および最適な植生管理の方法を開発することが重要である。

Hポンドのような人工的な荒廃地にどのような

植生を成立させるかは、土地の利用目的と環境条件に照らして決定されるべきである。一般に温帯の半自然草地では草刈り頻度が高いとシバ草地が成立し、草刈り頻度の低下に従って優占種がチガヤからススキへと変化する(沼田, 1987)。このような自然と人為とのバランスで成り立つ植生をモデルに、Hポンドにおいても植生の創出・維持・管理を行っていくのが良いと思われる。ススキはHポンド周縁部の斜面に多く見られ、チガヤはHポンド内では観察されなかったものの7-3区内に頻繁に見られたので、風散布型の種子をもつこれらの種のHポンド平坦部への侵入が期待できる。しかし、Hポンドの土壌はpH9以上の強アルカリ性を示している(エコエリア研究会, 2004)。強アルカリ性土壌ではエノコログサなどの一年草やアルカリ耐性の種でないとい生育が難しく(清水, 1969; 川鍋ら, 1993)、ススキやチガヤは酸性土壌への適応性は広いが(清水, 1960)、pH8を超える土壌環境での生育は大きく抑制される(堀江・根本, 1990; 江崎ら, 2002)。試験的に移植した両種の1年目の生長も悪かった(エコエリア研究会, 2004)。また、Hポンドで優占度の高かったセイバンモロコシは、地中を横走する太くて長い根茎と種子によって旺盛に繁殖するので(伊藤・森田, 1999)、今後さらに優占度を高めると考えられる。目的の植生へ推移させるためには、刈り取りなどによる省力的な管理でセイバンモロコシの生育を抑制するだけでなく、アルカリ耐性の高い植物種を見出して、土壌環境が改善されるまで一時的にそれらの植物を植栽する必要がある。植物のアルカリ耐性については、種による違いのほかに、種内集団間での分化も知られているので(Snaydon, 1970)、Hポンドに出現した種からアルカリ耐性の高い遺伝子型の探索が期待される。このような種や遺伝子型は周辺環境へ拡散すると侵略的外来種として振舞う恐れがあるので(鷲谷, 2003)、海浜の埋立地においても植物の導入にあたっては十分に配慮すべきである。一時的に植物を導入する場合には、区域外への逸出を常にモニターしながら管理する必要がある。今後は、荒廃地における環境改善や作物生産性の向上、環境修復能を有する植物の探索を念頭におきながら、植生の推移を継続して調査する予定である。

謝 辞

本学大学院農学生命科学研究科の前中久行博士および西浦芳史博士には、牧草の選定と播種にご協力いただいた。また、生態保全学研究室の道下雄大氏および紙谷年昭氏には木本の同定と資料整理、生物環境調節学研究室の邢忠遠氏にはバイオ

マス計測にそれぞれご協力いただいた。記して感謝の意を表する。

引用文献

- エコエリア研究会編 2004. 堺第7-3区環境共生モデル調査研究業務報告書, 64pp.
- 江崎次夫・岩本徹・河野修一・藤久正文・全権雨 2002. チガヤ生育地の土壌pHと土壌硬度. 雑草研究, **47** (別), 182-183.
- 堀江秀樹・根本正之 1990. ススキの生育に対する土壌pHとアルミニウムの影響. 雑草研究, **35**, 292-295.
- 伊藤操子・森田亜貴 1999. 地下で広がる多年生雑草たち. 京都大学大学院農学研究科雑草分野, 113pp.
- 伊藤貴庸・中山祐一郎・山口裕文 1999. 伝統的畦畔と基盤整備畦畔における植生構造とその変遷過程. 雑草研究 **44**, 329-340.
- 川鍋祐夫・押田敏夫・祝廷成・白曉坤・邢玉龍 1993. 中国東北部における羊草 (*Aneurolepidium chinense*) 草地の退化と草地保全 2. 植生退化とアルカリ化. 日本草地学会誌, **39** 93-100.
- 佳山良正・大久保忠且・菊地正武・川越郁男・矢野悟道 1983. わが国のススキ草地の地上部最大現存量について. 現代生態学の断面編集委員会編. 現代生態学の断面. 118-125.
- 沼田眞 1976. 生態学的にみたススキ型草地. 平吉功先生退官記念事業会編. ススキの研究-日本のススキとススキ草地-. 1-27.
- 沼田眞 1987. 植物生態学論考. 東海大学出版会, 918pp.
- 奥宮清・伊藤秀三 1967. 植生の調査法a. 分析定測定. 生態学実習懇談会編「生態学実習書」, 朝倉書店, 50-68.
- 大阪湾臨海部緑の拠点創出(堺第7-3区「共生の森」)検討委員会 2003. 対象地域における鳥類・植物調査結果. 第1回委員会参考資料.
- 清水正元 1960. 土壌反応と植物の生育. 日本草地研究会誌, **5**, 78-80
- 清水正元 1969. 熟畑化に伴なう雑草群落の遷移. 雑草研究 **8**, 10-19.
- 清水建実編 2003. 日本の帰化植物. 平凡社, 337pp.
- Snaydon, R.W. 1970. Rapid population differentiation in mosaic environment I. The response of *Anthoxanthum odoratum* population to soil. *Evolution* **24**, 257-269.
- 鷺谷いづみ 2003. 緑化による外来牧草の侵入. 日本生態学会編. 外来種ハンドブック. 地人書館, 46-47.
- 米倉浩司・梶田忠 2003. BG Plants 和名-学名インデックス (YList). http://www.bg.s.u-tokyo.ac.jp/bgplants/ylist_main.html.
- Young, W.C. 1968. Ecology of roadside treatment. *Journal of Soil and Water Conservation* **23**, 47-50.

(2004年3月15日受領; 2004年3月31日受理)