

論 文

のり面の緑化について（II） —のり面樹草の現存量—

江崎 次夫*・藤久 正文**・井門 義彦***

Revegetation on the Face of Slopes (II)
—Standing crop of trees and grasses on the face of slopes—

Tsugio EZAKI, Masafumi FUJIHISA and Yoshihiko IMON

Summary : The purpose of this study is to investigate, mainly from viewpoint of disaster prevention, the utility of *Zoysia japonica* Steud., *Cynodon dactylon* Pers. × *Cynodon transvaalensis* Burtt-Davy(Tifton 328), *Imperata cylindrica* Beauv., *Misanthus sinensis* Anderss., *Shibataea kumasaca* Nakai, *Hedera canariensis* Willd., *Sasaella kogasensis* Nakai var. *gracillima* S. Suzuki and *Sasa palmata* Nakai var. *niijimai* S. Suzuki for the face of slopes of banks and roads.

In the first step, the authors investigated the standing crop, physical properties and chemical properties of soil at the growth field.

Shibataea kumasaca Nakai showed the greatest number of standing crop in eight species. It had top of $4,322\text{g}/\text{m}^2$ and root of $4,099\text{g}/0.4\text{m}^3$ in weight. And, *Zoysia japonica* Steud. had total root length of $3,013\text{m}/0.4\text{m}^3$ of the longest in eight species. The soil class of growth field was sand and sandy loam. And pH of soil showed 4.9–5.6.

A great difference was not observed between the growth field of species of *Zoysia japonica* Steud. and *Cynodon dactylon* Pers. × *Cynodon transvaalensis* Burtt-Davy and growth field of other species by the investigation of the other physical and chimical properties of soil at growth field.

The above results indicated that the utility of *Imperata cylindrica* Beauv., *Misanthus sinensis* Anderss., *Shibataea kumasaca* Nakai, *Hedera canariensis* Willd., *Sasaella kogasensis* Nakai var. *gracillima* S. Suzuki and *Sasa palmata* Nakai var. *niijimai* S. Suzuki was clearly

* 愛媛大学農学部生物資源学科

* Department of Bioresources, College of Agriculture, Ehime University

** 愛媛大学農学部附属演習林

** University Forest, College of Agriculture, Ehime University

*** 濬戸内緑地株式会社

*** Setouchi Ryokuchi Co., Ltd.

estimated as high as that of *Zoysia japonica* Steud. and *Cynodon dactylon* Pers. × *Cynodon transvaalensis* Burtt-Davy(Tifton 328).

要 旨 現在、堤防のり面保護工に広く使用されているノシバ、ティフトン328と堤防のり面や各種のり面に自然に侵入あるいは導入されたことのあるチガヤ、ススキ、オカメザサ、ヘデラカナリエンシス、コグマザサおよびイガザサの堤防のり面や道路のり面等での利用性を、主として防災的な見地より検討するために、前段階として生育場所での現存量と土壤の理化学性を調査した。現存量は地上部、地下部共にオカメザサが $4,322\text{g}/\text{m}^2$ と $4,099\text{g}/0.4\text{m}^3$ で最も多く、総根長はノシバが $3,013\text{m}/0.4\text{m}^3$ で最も長かった。生育場所の土壤は砂質土壤で、土壤のpHは4.9～5.6であった。また、腐植量、窒素、 P_2O_5 および K_2O 含有量は少なく、土壤の理化学性は、植物の生育にとって、好ましい状態ではなかった。しかし、のり面に導入、あるいは侵入する植物には、生育環境が好ましくない場所でも旺盛な成長をすることが求められる。このような見地から検討した結果、チガヤ、ススキ、オカメザサ、ヘデラカナリエンシス、コグマザサおよびイガザサは、従来から堤防のり面等に利用されているノシバやティフトン328と同様に、これらの場所での利用性が高いものと判断された。

1. はじめに

我が国では、林道のり面、一般道路のり面、堤防のり面および各種の工事等に伴って生じた様々なり面には、自然景観との調和を考慮して、植物を導入する場合が多くなってきてている(2)。導入されている植物は、これまで外来の牧草が主体であったが、最近は在来の草本や木本類もかなり用いられるようになってきている(2)。

のり面では、堤防のり面のように特定の草本が長期間にわたって、生育していることが望まれる場合もあるし、林道のり面や治山工事に伴うのり面のように、植生遷移が早く進行し、周辺の景観に調和し、なおかつ防災機能の高い森林群が形成される事が望まれる(9)等、さまざまな場合が考えられる。

ところで、のり面保護を考える場合には、表面侵食および表層崩壊防止という防災的な見地と自然景観との調和という見地の二面から考えていくことが必要であることはいうまでもない。最近は、特に自然景観との調和が重要視されつつあり、造園用樹草やワイルドフラワー(11,20,21)等も積極的にのり面に導入されているようである。

筆者らは、のり面等に導入あるいは自然侵入した樹草の特性を、主として防災的な見地より把握し、利用可能な樹草については、積極的に活用を図るという立場より、各種の実験(4～7)を進めてきている。

今回は、堤防のり面等、実際の生育場所において、比較的優占度の高い樹草や、これまでの予備調査から利用可能と考えられた樹草(7)の現存量を調査すると共に、それらの場所での土壤調査をも実施し、その利用性について若干の検討を試みた。

2. 試験地の概要および調査方法

試験地は、松山市を東西に流下する重信川堤防のり面、愛媛県喜多郡五十崎町を流下する小田川堤防のり面、愛媛県緑化センター見本園および国道33号線（松山市東石井町付近）中央分離帯に設定した。試験地の位置を図-1に、試験地付近の気象資料（13）を図-2に示す。ここで、

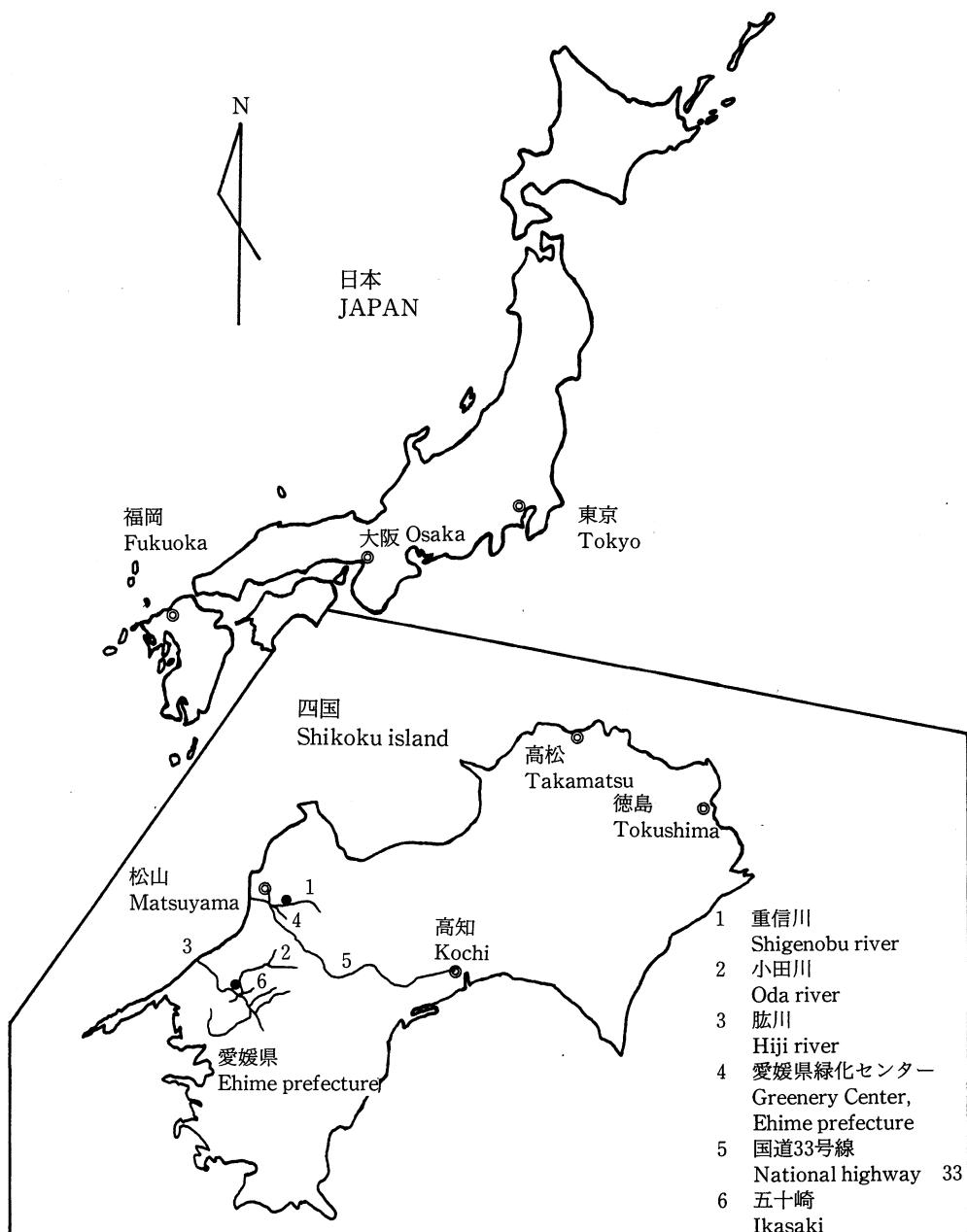


図-1 試験地の位置
Fig. 1 Location of field survey sites

愛媛県緑化センターは、松山市に隣接した重信町に位置している。対象とした樹草はノシバ (*Zoysia japonica* Steud. 写真-1, 2), ティフトン328 (*Cyndon dactylon* Pers. × *Cyndon transvaalensis* Burtt-Davy 写真-3, 4), チガヤ (*Imperata cylindrica* Beauv. 写真-5, 6, 7), ススキ (*Misanthus sinensis* Anderss. 写真-8, 9), オカメザサ (*Shibataea kumasaca* Nakai 写真-10, 11, 12), ヘデラカナリエンシス (*Hedera canariensis* Willd. 写真-13, 14), コグマザサ (*Sasaella kogasensis* Nakai var. *gracillima* S. Suzuki 写真-15, 16) およびイガザサ (*Sasa palmata* Nakai var. *niijimai* S. Suzuki 写真-17, 18) の8種類である。調査群落は、それぞれの種の単純群落である。調査は平成元年～4年までの成長休止期に実施した。土壤分析は平成元年10月～12月の間に実施した。生育場所の諸

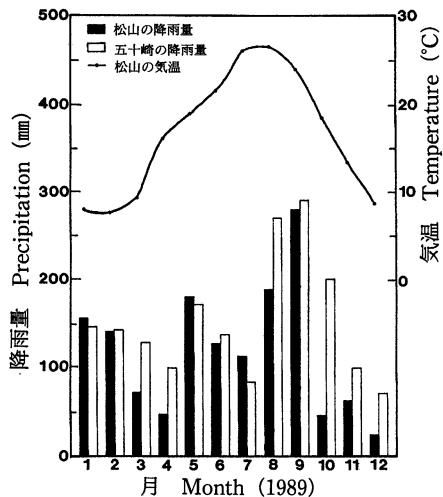


図-2 平成元年の松山および五十崎の気温ならびに降雨量
Fig.2 Temperature and precipitation at Matsuyama city and Ikasaki town in 1989
Legend : black belts, precipitation at Matsuyama city ; white belts, precipitation at Ikasaki town ; continue lines, temperature at Matsuyama city

表-1 供試植物の諸元

Table 1 Properties of used vegetation

植物名 Species	生育場所 Growing place	成立本数・株数 Number or hill of expectation (N·H/m ²)	草丈 Height (cm)	群落の面積 Area of plant community (m ²)	生育形態 Growth form
ノシバ <i>Zoysia japonica</i>	重信川堤防のり面 Face of slope of bank at Shigenobu River	6,812	10	300	昭和50年頃植栽 Planting around 1975
ティフトン328 <i>C. dactylon</i> × <i>C. transvaalensis</i>	〃	17,120	10	1,000	昭和50年頃植栽 Planting around 1975
チガヤ <i>Imperata cylindrica</i>	〃	580	70	150	自然侵入 Invasion of nation
ススキ <i>Misanthus sinensis</i>	〃	228	170	180	自然侵入 Invasion of nation
オカメザサ <i>Shibataea kumasaca</i>	小田川堤防のり面 Face of slope of bank at Oda River	420	180	500	明治初期植栽 Planting of the early 1870's
ヘデラ <i>Hedera canariensis</i>	愛媛県緑化センター見本園 Sample garden of Greenery Center of Ehime prefecture	108	50	30	昭和50年頃植栽 Planting around 1975
コグマザサ <i>Sasaella kogasensis</i> var. <i>gracillima</i>	国道33号線(松山市東石井) National highway 33	1,404	50	100	昭和55年頃植栽 Planting around 1980
イガザサ <i>Sasa palmata</i> var. <i>niijimai</i>	愛媛県緑化センター見本園 Sample garden of Greenery Center of Ehime prefecture	1,030	60	30	昭和50年頃植栽 Planting around 1975

注：愛媛県緑化センターは重信町に設置されている。

Note : Greenery Center of Ehime prefecture is established in Shigenobu town.

元は、表-1に示すようである。なお、ノシバとティフトン328は、現在、全国的に堤防のり面に利用されている。

2. 1 現存量

まず各植物の群落内に、 $50 \times 50\text{cm}$ の試験区を設定して、最初に高さ10cm毎に相対照度を測定した。次に、地上部は10cm階毎の層別に上部より刈り取った。これを生部分と枯部分とに区分し、さらに、それらを葉、幹、枝等に区分した。地下部については、深さ5cm毎に層別に根系を掘り取り、地下茎、一次根、二次根および白根（吸収根）に区分した。40cm深までの根系を対象としたのは、それ以下は根系量が少なくなる（3,4）ことと、本論文が表面侵食および表層崩壊防止を主眼にしているためである。地下茎でも地上に出ている部分については、地上部として取り扱い、土中にある部分のみを、地下茎として取り扱った。地下茎は長さと重量を実測し、一次根以上の根長については、それぞれ20本の資料を選び取り、その長さと重量を実測し、全体の重量との重量換算によって総重量を求めた。地下部については、深さ5cm毎に土壤硬度も測定した。資料は、実験室に持ち帰り、全量を 60°C の熱風乾燥機で8時間乾燥後、その一部をサンプリングした後、 105°C で24時間乾燥し、重量換算で全体の絶乾重量を求めた。相対照度は、東芝照度計5号形2台を用いて、裸地と植物体の高さ10cm毎に対比して測定した。なお、すべての試験区の被覆率は、100%であった。

2. 2 土壤の理化学性の分析

生育地の理化学性の分析に用いた土壤は、表層以下5cm深までのものである。採取した土壤を実験室に持ち帰り風乾後、粒度試験、pHの測定および腐植量、N、P₂O₅、K₂Oの定量分析に供した。粒度試験および土粒子の比重試験は、JIS規格に基づいて実施し、現地の土壤硬度は、山中式土壤硬度計で計測した。100mm浸透時間の測定は、現地に直径10.8mm、高さ20cmの塩ビパイプを地中に打ち込み、1回目1,000cc (109.2mm)、2回目500cc (54.6mm)の水を流し込み、2回目の浸透時間を基に、換算して求めた。土壤のpH (H₂O)は、風乾土20gに蒸留水40ccを加えて1時間振とう後、ガラス電極を用いたガラス電極法、全炭素はチューリン法、全窒素はケルダール法、P₂O₅はトルオーグ法、そしてK₂Oは、土壤養分分析法（1）に基づいて抽出後、原子吸光光度計により測定した。

3. 結果および考察

3. 1 現存量（地上部重、地下部重および根長）

調査結果の概要は、表-2に示すようである。地上部は、オカメザサが丈が180cmもあり、また木質部分が多いために $4.3\text{kg}/\text{m}^2$ と最も多く、次いで、丈は低いが広い葉面積を有し、かつ大きな茎を有するヘデラカナリエンシスが $1.7\text{kg}/\text{m}^2$ となっている。イガザサも丈が高く木質部分も多いため、 $1.4\text{kg}/\text{m}^2$ であるが、コグマザサは茎が細いために、他の草本とあまり変わらない。他は草本であり、丈の高い順に重量も多くなっており、丈が高くなれば、それに従って現存量も多くのなるのではないかという当初の予測と一致した傾向を示した。

深さ40cmまでの根系の総根系長は、ノシバが最も長くて、 $3,013\text{m}/0.4\text{m}^2$ であり、次いでティフトン328、チガヤ、コグマザサ、オカメザサ、ススキ、イガザサ、ヘデラカナリエンシスの順であり、種類によって根長に大きな相違が認められるものの、全体的には、スギ、ヒノキ等の林分内にあるそれらの根長（10）よりも長いことが判明した。また、根系長に占める地下

表-2 (1) 調査結果の概要
Table 2 (1) Outline of investigative results

植物名 Species	地上部重 Weight of top				地下部重 Weight of root				總根長 Total length of root		地下茎径 Diameter of subterranean stem		一次根以上径 Diameter of primary root	
	葉 Leaf (g)	枝等 branch (g)	幹(桿) Stem(Culm) (g)	Total (g)					(m)	(mm)	(m)	(mm)	(mm)	
<i>Zoysia japonica</i>	731.28	53.40	—	784.68		518.24	3,013.71		174.11		1.9-2.6		0.1-1.0	
ティフトン328	794.80	—	—	794.80		779.80	2,466.09		418.27		1.1-2.1		0.1-1.0	
<i>C. dactylon</i> ×														
<i>C. transassensis</i>														
チガヤ	1,091.16	—	4.08	1,095.24		1,473.60	1,840.97		295.76		2.7-4.2		0.1-0.8	
<i>Imperata cylindrica</i>														
ススキ	580.44	210.64	522.00	1,313.08		2,389.16	1,146.78		116.62		6.2-8.1		0.1-1.2	
<i>Misanthus sinensis</i>														
オカメザサ	821.92	121.28	3,379.68	4,322.88		4,099.12	1,578.88		148.30		4.2-10.5		0.1-2.1	
<i>Shibataea kumasacea</i>														
ヘデコナリエンシス	662.40	1,055.76	—	1,718.16		898.88	405.49		—		—		0.1-8.3	
<i>Hedera canariensis</i>														
コグマザサ	429.72	—	509.32	939.04		1,422.32	1,608.55		272.23		3.5-4.5		0.1-1.1	
<i>Sasella kogasensis</i>														
var. <i>gracillima</i>	966.44	04.56	369.76	1,440.76		1,126.56	1,002.55		167.97		1.9-2.8		0.1-1.5	
<i>Sasa palmata</i>														
var. <i>niiyimai</i>														

注：重量はすべて絶乾重である。
Note : The weight of top and root are oven dry weight.

表-2 (2) 調査結果の概要

Table 2 (2) Outline of investigative results

植物名 Species	根長/本・株 Root length /Number Hill	根重/本・株 Root weight /Number Hill	地上部重/本・株 Top weight /Number Hill	地下茎率 Rate of subterranean stem	根重/根長 Root weight /root length	一次根平均長 Average length of primary root	採取時含水率 Rate of water content of picking time			
							長さの比 Rate of length (%)	(g/m)	(mm)	地下茎 stem (%)
ノシバ <i>Zoysia japonica</i>	0.44	0.076	0.115	5.78	0.172	82	41.7	30.6		
ティフトン328 <i>C. dactylon</i> × <i>C. transvaalensis</i>	0.14	0.046	0.046	16.96	0.316	40	42.6	19.1		
チガヤ <i>Imperata cylindrica</i>	3.17	2.541	1.888	16.07	0.800	56	22.8	21.0		
ススキ <i>Miscanthus sinensis</i>	5.03	10.479	5.759	10.17	2.083	69	40.0	40.5		
オカメザサ <i>Shibataea kumasaca</i>	3.76	9.760	10.293	9.39	2.596	64	34.5	20.7		
ヘデカラリエンシス <i>Hedera canariensis</i>	3.75	8.323	15.908	—	2.217	86	35.6	19.3		
コグマザサ <i>Sasaelli kogasensis</i>	1.15	1.013	0.669	16.92	0.884	48	34.8	27.2		
イガザサ <i>Sasa palmata</i> var. <i>nijimai</i>	0.97	1.094	1.399	16.75	1.124	54	44.8	28.8		

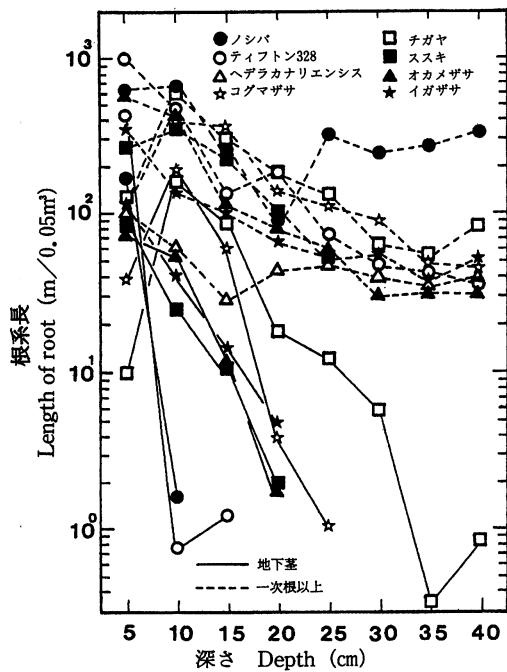


図-3 根系長と深さとの関係

Fig. 3 Relationship between the lenght of root and the depth of soil

Legend : black dots, *Zoysia japonica*, white dots, *C. dactylon* × *C. transvaalensis*; white squares, *Imperata cylindrica*; black squares, *Miscanthus sinensis*; white triangles, *Hedera canariensis*; black triangles, *Shibataea kumasaca*; white asterisks, *Sasaella kogasensis* var. *gracillima*; black asterisks, *Sasa palmata* var. *niijimai*; continue lines, subterranean stem; broken lines, over primary root

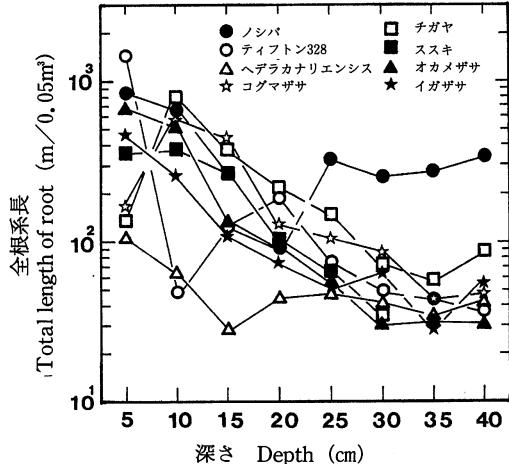


図-4 全根系長と深さとの関係

Fig. 4 Relationship between the total length of root and the depth of soil

Legend and footnote are the same as in Fig. 3

茎の割合は、ティフトン328が約17%で最も大きく、次いで、コグマザサ、イガザサ、チガヤ、ススキ、オカメザサ、ノシバの順である。ノシバはティフトン328に比べると半分以下である。根重についてみると、オカメザサが $4,099\text{g}/0.4\text{m}^3$ と最も重く、次いで、ススキ、チガヤ、コグマザサ、イガザサ、ヘデラカナリエンシス、ティフトン328、ノシバの順である。このような傾向を示したのは、オカメザサ、コグマザサ、イガザサは木質部分の多い植物であり、また、ススキ、チガヤは草本植物ではあるが、前者と同様にティフトン328、ノシバの草本植物に比べ、比較的大きな地下茎を有するためだと考えられる。すなわち、この順序には、それぞれの種の形態的特性が現れているものと考えられる。ノシバ、ティフトン328は根長が長い割には、根重が他のものに比べ、軽いようである。深さ毎の地下茎と一次根以上の根長は、図-3に、それらを合計した総根長は、図-4に示すようである。ほふく茎型のティフトン328、ノシバの地下茎は、そのほとんどが、5 cm深までであるのに対して、地下茎型のススキ、オカメザサ、チガヤ、コグマザサ、イガザサは、20~40cm深までも地下茎の分布が見られ、明確に形態の相違が認められる。一次根以上の0~5 cm深までの根長についてみると、ティフトン328、ノシバ、オカメザサ、イガザサ、ススキ、チガヤ、コグマザサの順に減少傾向である。また、深さが増すに連れて、根長は減少傾向であるが、地下茎のような急激な減少傾向ではなく、緩やか

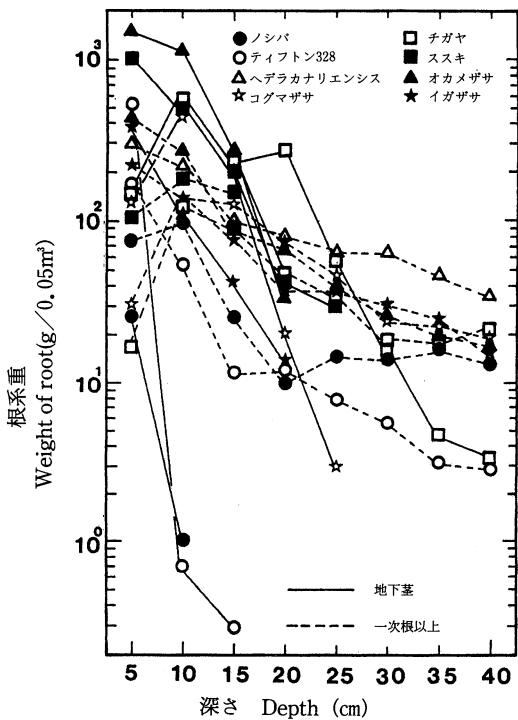


図-5 根系重と深さとの関係

Fig. 5 Relationship between the weight of root and the depth of soil
Legend and footnote are the same as in Fig. 3

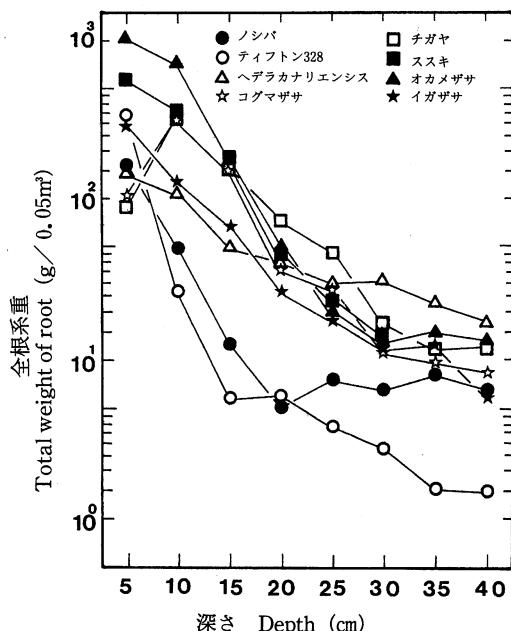


図-6 全根系重と深さとの関係

Fig. 6 Relationship between the total weight of root and the depth of soil
Legend and footnote are the same as in Fig. 3

である。ノシバは、深くなつても、根長にあまり変化は認められないが、ティフトン328は、5 cm深までは非常に長いが、それ以降は、急激に短くなつておる、地表面近くに根系が集中している傾向がうかがえる。これはほふく茎型という根系の特質のためだと考えられる。チガヤ、コグマザサは、表層よりも、5～10cm深で最長（図-4）となり、他の植物とは異なつた傾向を示している。ヘデラカナリエンシスは、8種類中地下茎を有していないため、根長も最も短い。全体的な傾向としては、深くなるに従つて、根長は短くなつておる。しかし、種類によつて、それぞれ、固有の性質を示しているのではないかと考えられるので、今後は調査箇所を増やして検討を加えたい。

深さ毎の地下茎と一次根以上の根重は、図-5に、それらを合計した総根重は図-6に示すようである。地下茎は、一次根等に比べると、重く大径であることが推測できる。全体としてみると、ノシバ、ティフトン328は、根長は長いが、根重は逆に他の6種類に比べ、非常に軽いことがよく理解できる。総量で見るとオカメザサは、0～5 cm深で2,078g/0.05m²であり、全体の4,099g/0.4m²の約51%を占めている。次いで、ススキ、ティフトン328、イガザサ、ノシバ、ヘデラカナリエンシス、コグマザサ、チガヤの順である。チガヤは、0～5 cm深では、根長同様の傾向を示しているが、5～10cm深でコグマザサ同様最大となり、それ以降はオカメザサ、ススキ同様深くなるに従つて、軽くなつておる。ヘデラカナリエンシスは、地下茎を有していないこともあって、8種類中深さによる変動幅が最も小さい（図-5, 6）。

次に、一般的に根系の比重は、1.5前後と言われておるが、ここでも8種類の根の比重にあまり大差がないものと考えて、根系重を根系長で除して根の単位長当たりの重量を求めた。その結果は、図-7、8に示すようである。根の比重に大差がなければ、この値が大きいほど

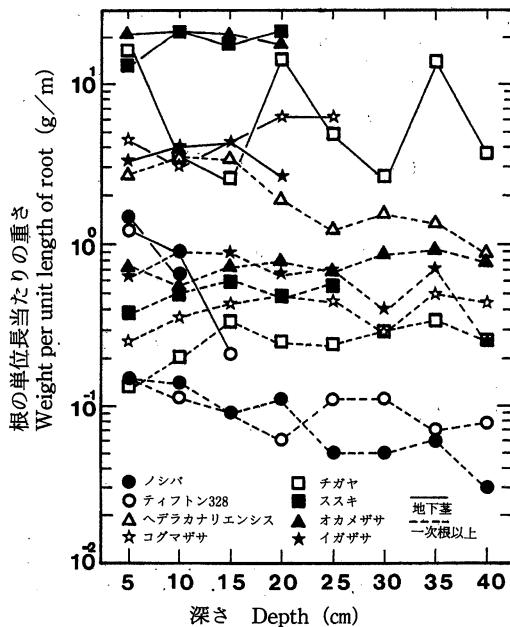


図-7 根の単位長当たりの重さと深さとの関係
Fig. 7 Relationship between the weight per unit length of root and the depth of soil
Legend and footnote are the same as in Fig. 3

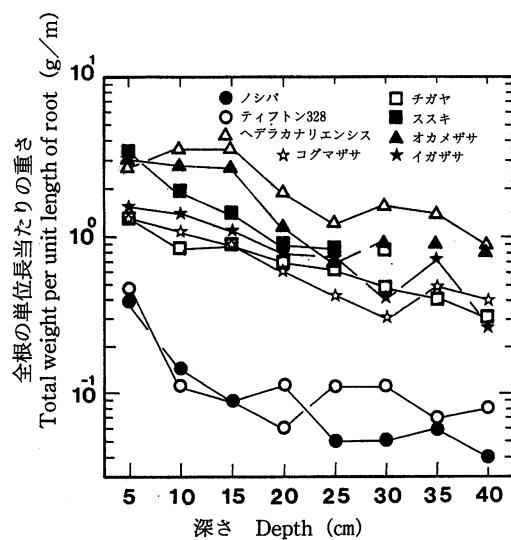


図-8 全根の単位長当たりの重さと深さとの関係
Fig. 8 Relationship between the weight per unit length of root and the depth of soil
Legend and footnote the same as in Fig. 3

根系の直径が大きいものと考えることができる。ヘデラカナリエンシス、オカメザサ、ススキは、ほぼ同様な傾向を示しており、他の種類に比べて、直径の大きい根系が多いものと考えられるが、深さによっての変動幅が大きい。ティフトン328、ノシバは、ほとんど値も同じで、かつ、同一の傾向であり、変動幅が小さい。チガヤ、コグマザサ、イガザサは、ヘデラカナリエンシス、オカメザサ、ススキとティフトン328、ノシバとの中間的な値を示しており、変動幅はティフトン328、ノシバよりも小さい。根系が大きければ、それに伴って根系の引っ張り強さも増すことから、表層崩壊防止効果は、大きいものと考えられる。

チガヤ、ススキ、オカメザサ、ヘデラカナリエンシス、コグマザサおよびイガザサは、地上部重や地下部重が大きく、しかもノシバ、ティフトン328に比べて根系が深い範囲まで侵入しているため、これに伴って、表面侵食および表層崩壊防止機能も高いものといえる。また、根系が深く侵入するということは、夏の乾燥に対しても比較的強いことを意味するものであり、堤防のり面保護工用植生に求められる条件(2)を備えているものと判断される。

以上のことから、チガヤを中心とする6種類は、既に前述したように全国各地の河川堤防で幅広く利用されているノシバ、ティフトン328と同様に堤防のり面での利用性が高いものと判断される。

3. 2 生産構造図およびその解析

一般的な生産構造図は、左側に同化部分を、右側に非同化部分を書き、その中に枯死部分をそれぞれ付けるのが普通である。しかし、防災的な見地からは、現存量と枯死量とが問題となるので、ここでは、後者を優先させた表示法を用いた。その生産構造図は図-9に示すよう

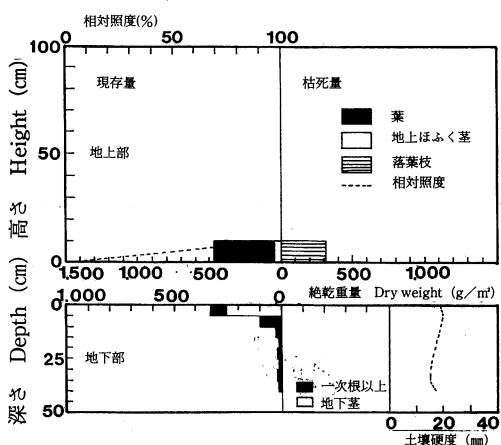


図-9 (1) ノシバ植栽地の生産構造図
 Fig.9 (1) Production structure at planting field of *Zoisia japonica*
 Legend : upper part, top : lower part, root ; left part, standing crop ; right part, dead part ;
 top : black belts, leaf ; white belts, stolon ; horizontal lines belts, litter ;
 broken lines, relative light intensity ;
 root : black belts, over primary root ;
 white belts, subterranean stem ;
 broken lines, soil hardness

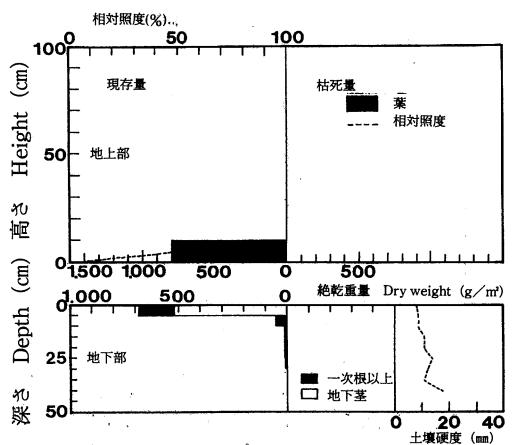


図-9 (2) ティフトン328植栽地の生産構造図
 Fig.9 (2) Production structure at planting field of *C. dactylon* × *C. transvaalensis*
 Legend and footnote are the same as in Fig.9 (1)

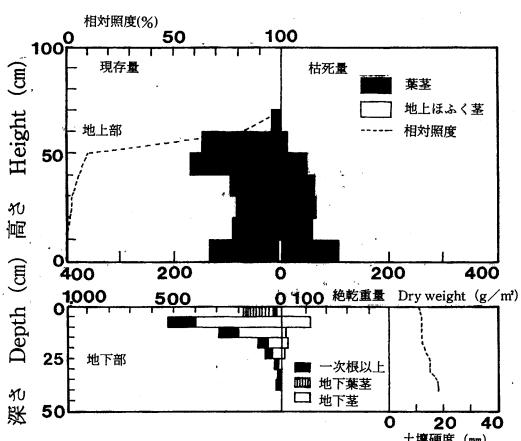


図-9 (3) チガヤ群落の生産構造図
 Fig.9 (3) Production structure at plant community of *Imperata cylindrica*
 Legend : root : vertical lines belt, leaf and stem
 The other legend and footnote are the same as in Fig.9 (1)

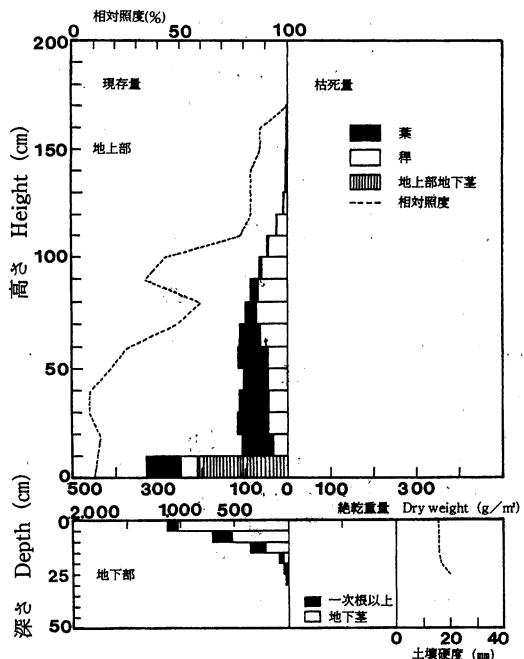


図-9 (4) ススキ群落の生産構造図
 Fig.9 (4) Production structure at plant community of *Miscanthus sinensis*
 Legend : top : white belts, culm ; vertical lines belts, subterranean stem
 The other legend and footnote are the same as in Fig.9 (1)

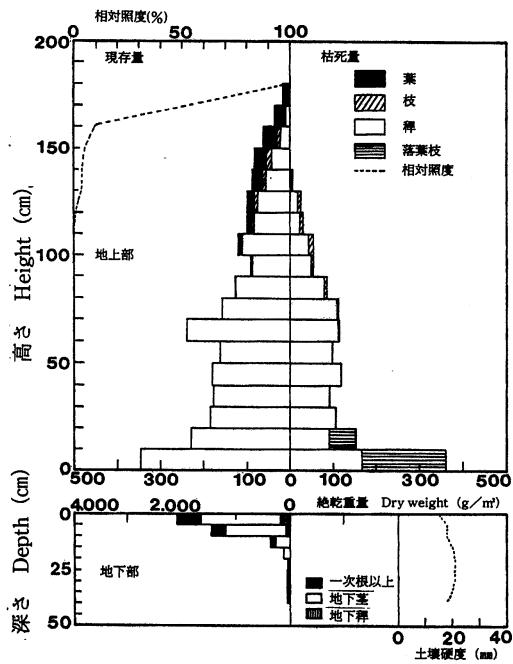


図-9(5) オカメザサ植栽地の生産構造図
Fig. 9 (5) Production structure at planting field of *Shibataea kumasaca*
Legend : top : oblique lines belts, branch ; white belts, culm ; root : vertical lines belts, subterranean culm
The other legend and footnote are the same as in Fig. 9 (1)

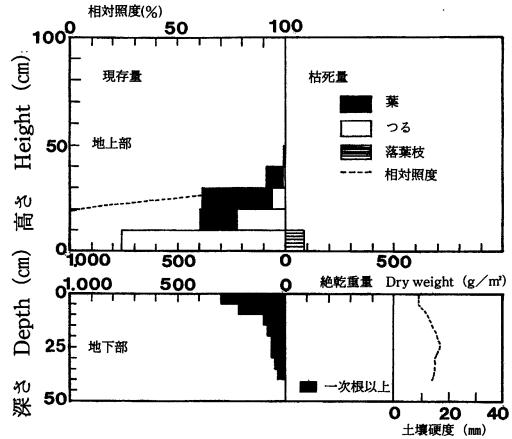


図-9(6) ヘデラカナリエンシス植栽地の生産構造図
Fig. 9 (6) Production structure at planting field of *Hedera canariensis*
Legend : top : white belts, vine
The other legend and footnote are the same as in Fig. 9 (1)

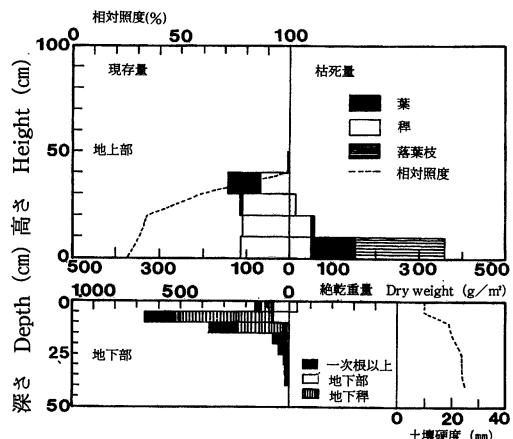


図-9(7) コグマザサ植栽地の生産構造図
Fig. 9 (7) Production structure at planting field of *Sasaella kogasensis* var. *gracillima*
Legend : top : white belts, culm ; root : vertical lines belts, subterranean culm
The other legend and footnote are the same as in Fig. 9 (1)

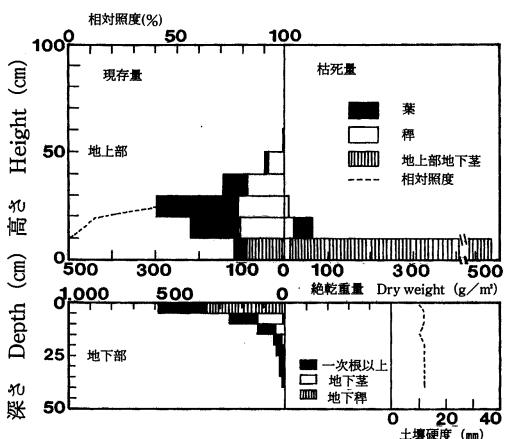


図-9(8) イガザサ植栽地の生産構造図
Fig. 9 (8) Production structure at planting field of *Sasa palmata* var. *nijimai*
Legend : top : white belts, culm ; vertical lines belts, subterranean stem ; root : vertical lines belts, subterranean culm
The other legend and footnote are the same as in Fig. 9 (1)

ある。8種は根系型と地上部の形態とで大別して、ほふく茎型およびつる性型のノシバ、ティフトン328、ヘデラカナリエンシスと地下茎型のオカメザサ、コグマザサ、イガザサおよび叢状型のススキ、チガヤに分けることが可能である。ノシバ、ティフトン328は、地上部がほとんど葉であるのに対し、ヘデラカナリエンシスは高さ20cmまではつるがかなりの比重を占めている。地下部では、ヘデラカナリエンシスはすべて一次根以上であるのに対し、ノシバとティフトン328では、前者は一次根以上が多くて、地下茎が少ないのに対して、後者は逆に一次根以上が少なくて地下茎が多くなっている。

オカメザサ、コグマザサ、イガザサの笹竹類では、当然の事ながら、地上部では、稈の占める割合が多くなっている。また、イガザサには、高さ10cm付近までも地下茎が分布し、他の2種とは異なる特徴が認められた。地下部では、コグマザサとイガザサには、地下稈が多いが、オカメザサでは少ない。しかし、地下茎は、逆に後者で多く、前者で少なくなっている。

ススキとチガヤでは、地上部にかなりの相違が認められた。すなわち、ススキは、前述の竹笹類と同様に稈や地下茎の占める割合が多いのに比べ、チガヤはほとんど葉である。地下部は、チガヤに地下葉茎が認められる以外は、ほとんど同じような傾向を示している。

また、全体的な傾向として、相対照度が5%程度以上となる高さでの葉量が多くなっており、この付近一帯で光合成が活発に行われているものと判断される。

以上の結果は、それぞれの種の群落の中心部で実施したものであるから、それぞれの種の特徴が十分に現れているものと考えられる。従って、今後は、この特徴を十分に活用した利用方法を考えていくことが大切であろう。

ところで、これらの植物を使用してのり面保護を実施した場合、場所によっては、景観機能の見地より、定期的に刈り込みを実施しながら、群落を維持しなければならないことも生じる。その場合、刈り込み高さによっては、雑草が侵入し、群落の維持が困難になることも考えられる。雑草の侵入、生育には相対照度が最低10%程度(14)必要であると言われている。従って、今後は、この相対照度が10%となる高さ以下の雑草の侵入、生育がどのようになるかについて、具体的に刈り込みを行って検討すると共に、目的樹草の再生能力についても検討する必要がある。

既に筆者らは、オカメザサ、チガヤ、およびコグマザサについては、試験地と同じ群落内で実施した3段階の高さによる刈り込み試験結果から、相対照度が10%となる高さまで刈り込んでも、雑草の侵入は認められず、また、再生の能力も十分であることを確認している。しかし、他の種類については、現在、実験中であるので、具体的な検討は次報で試みたい。

3. 3 土壌の化学性

土壌の化学性の分析結果は、表-3に示すようである。ここでは、項目別に検討を試みる。

3. 3. 1 土壌のpH

土壌のpHは4.9~5.6の間であり、弱酸性から微酸性の範囲内である。従って、この程度であれば、植物の生育には、あまり障害は現れないものと考えられる。なお、重信川堤防のり面のノシバ、ティフトン328の生育地について、別途、重点的に調査した結果によると、土壌のpHは微酸性から中性の範囲内であった。

3. 3. 2 腐植量

植物の生育には、腐植量は5%以上あれば十分(18,19)であるといわれているが、重信川堤防のり面で5%を上回る場所は、施工年が古いノシバの生育地と別途調査した比較的新しい施工地のコマツナギとススキ侵入地のみであった。別途調査した比較的新しい場所で含有率が高いのは、当初より、盛土材料に含まれていたのではないかと考えられる。他では、

表-3 土壤の化学的性質

Table 3 Results of chemical properties of soil at the growth field

植物名 Species	土壤の母岩 Bed rock	PH (H ₂ O)	腐植量 Volumes of humus (%)	N (%)	P ₂ O ₅ (mg/100g)	K ₂ O (mg/100g)
ノシバ <i>Zoysia japonica</i>	和泉砂岩 Sandstone	5.2	7.8	0.31	3	2.5
ティフトン328 <i>C. dactylon</i> × <i>C. transvaalensis</i>	花こう岩 Granite	5.5	2.2	0.17	4	2.6
チガヤ <i>Imperata cylindrica</i>	花こう岩 Granite	5.6	2.5	0.11	1.7	8
ススキ <i>Miscanthus sinensis</i>	花こう岩 Granite	5.0	3.5	0.27	2.6	3.2
オカメザサ <i>Shibataea kumasaca</i>	変成岩 Black coloured-schist	4.9	5.2	0.26	2.5	2.1
ヘデラカナリエンシス <i>Hedera canariensis</i>	花こう岩 Granite	5.4	2.9	0.09	1.8	5
コグマザサ <i>Sasaella kogasennsis</i> var. <i>gracillima</i>	花こう岩 Granite	5.4	5.2	0.17	3.5	9
イガザサ <i>Sasa palmata</i> var. <i>niijimai</i>	花こう岩 Granite	5.4	2.9	0.20	1.65	1.0

オカメザサとコグマザサの生育箇所は、5%を若干上回っているが、これは図-9に示したように多量の落葉落枝が認められるため、これらの分解に伴うものであろう。このことから、腐植について見る限り、全体的には、植物にとってあまり好ましい状態とはいえない。

3. 3. 3 N, P₂O₅ および K₂O の含有量

窒素の含有率は0.09~0.31%，P₂O₅の含有量は1~165mg/100g，K₂Oの含有量は5~32mg/100gでかなりの範囲幅を有しているものの、森林、水田、畑地の土壤(11, 22)に比べるとかなり低い。のり面では、森林と同様、施肥を前提としているので、植物の生育には、あまり好ましい状態とはいがたい。

3. 4 土壤の物理性

土壤の物理性の調査および分析結果は、表-4に示すようである。ここでも、項目別に検討を試みる。

3. 4. 1 粒度試験

それぞれの場所における土壤の母岩についてみると、ノシバ生育地は和泉砂岩、五十崎のオカメザサ生育地は黒色片岩、他の生育地はマサ土であり、それぞれの特色が現れているものと判断される。オカメザサ生育地の砂質壤土を除いて、土性は砂土であり、粘土分とシルト分が少ないために植物の生育には好ましい状態とはいがたい。また、粒度分布は、均等係数 Uc と曲率係数 U'c から判断して、全体的に悪いと判断される。しかし、標準偏差は小さいので侵食抵抗は大きい(2)ものと考えられる。

3. 4. 2 土壤硬度

一般的に植物の根の伸長圧は、10kg/cm²(2)といわれており、これを土壤硬度に換算すると23mmとなる。調査場所の土壤硬度は、ティフトン328、ススキおよびコグマザサの40cm深が25mmとなっているが、全体的には23mm以下であり、植物が正常に生育できる範囲内にあるものと考えられる。なお、全般的に、ノシバ、ティフトン328の良好な生育地の土壤硬度

表-4 土壤の物理的性質
Table 4 Results of physical properties of soil at growth field

植物名 Species	土壌の母岩 Bed rock	比重 Density	均等係数 Coefficient of uniformity	中央粒径 diameter	標準偏差 Standard deviation	砂 Sand	粘土分 Silt	シルト分 Clay	土性 Textural classes	表面土壤 100mm	浸透時間 time of infiltration	土壤硬度 Soil hardness
										40cm深 at depth of 40cm (sec)	20cm深 at depth of 20cm (mm)	表面土壤 100mm (mm)
ノシバ <i>Zoysia japonica</i>	和泉砂岩 Sandstone	2.5	5.9	1.1	0.34	3.4	91.10	8.39	0.51	S	206	19
ティフトン328 <i>C. dactylon</i> × <i>C. transvaalensis</i>	花こう岩 Granite	2.4	4.6	1.4	0.53	2.4	96.04	3.73	0.23	S	130	13
チガヤ <i>Imperata cylindrica</i>	花こう岩 Granite	2.4	3.2	1.1	0.43	2.1	99.45	0.55	—	S	298	11
ススキ <i>Miscanthus sinensis</i>	花こう岩 Granite	2.8	5.9	0.9	0.48	3.5	95.00	4.99	0.01	S	105	16
オカメザサ <i>Shibataea kumasaca</i>	黒色変岩 Black coloured-schist	2.2	3.3	1.2	0.12	3.2	73.96	25.91	0.13	SL	220	10
ヘデラカリエンシス <i>Hedera canariensis</i>	花こう岩 Granite	2.8	4.8	1.1	0.75	2.6	99.06	0.93	0.01	S	180	10
コグマザサ <i>Sasaella kogasennsis</i>	花こう岩 Granite	2.8	5.6	1.2	0.38	3.3	91.95	8.04	0.01	S	200	10
イガザサ <i>Sasa palmata</i> var. <i>nijimai</i>	花こう岩 Granite	2.7	3.6	0.9	0.63	2.9	98.04	1.95	0.01	S	250	10
											12	12

は、生育不良地に比べて高く、さらには、ノシバ、ティフトン328が導入されている場所に、チガヤが侵入しているところでは、土壤硬度が逆に低くなっていた。今後、土壤硬度と生育状況との関連については、詳しい調査が必要であろう。

3. 4. 3 100mm浸透時間

100mm浸透時間は、森林の10~20秒前後や水田および畠地の値(15,16)に比べると、かなり大きな値である。しかし、建設省の現場説明書および県の特記仕様書(2)等では、堤防という性質上、施工当初、のり面は硬度指数25mm程度に締め固めを行なわなければならぬとされているので、妥当な値ではないかと考えられる。この程度の浸透時間であれば、現実には、降雨の際、雨水がそれぞれの植物体の枝葉に付着しながら流下するため、地表面への到達時間に差が認められる。従って、堤防のり面が植物体で被覆されていれば、100mm/hr程度の降雨強度では表面流下水の発生はないものと考えられる。また、浸透時間に関連して、表-2に示した地下茎および一次根の採取時の含水率は、深さ10cmまでの結果である。なお、年間を通じての深さごとの土壤水分の変化と根系の含水率との関係は、現在調査中があるので、詳細は次報で報告したい。

以上、土壤の理化学性からは、植物の生育にとって好ましい状態にあるとはいがたい。しかし、のり面には盛土材料として肥沃な土壤は、ほとんど用いられないし、また、切取りのり面では、基岩が露出している場合が多い。従って、のり面という性格上、植物の生育にとって、理化学性が好ましくないのは当然であり、結果も妥当なものと考えられる。むしろ、このような条件下でも十分に生育していく高い適応力を持った植物を捜していくことが大切ではないかと考えられる。こういった見地から考えれば、現実の堤防のり面等に生育している植物の中で、生育面、防災面および景観面から利用可能と判断されるものについては、積極的に利用促進を図ることが大切であろう。

4. おわりに

以上、現存量調査および生育地の土壤の理化学性の調査ならびに分析結果より、チガヤ、ススキ、オカメザサ、ヘデラカナリエンシス、コグマザサおよびイガザサは、従来より堤防のり面に使用されているノシバ、ティフトン328と同様に堤防のり面での利用性の高いことが実証された。今後は、これらの結果を基に、防災面から詳細な検討を試みると共に、これらの種類を用いて、現地での生育実験を実施して、生育面から利用性についての検討も試みたい。最終的には、具体的な増殖方法と一次根および地下茎の強さ(17)も含めた結果と、現存量および生育特性を総合的に検討し、その利用性を具体的な数値で表すことが必要であろう。

最後に本研究にあたっては、建設省松山工事事務所、社団法人四国建設弘済会松山支所、愛媛県八幡浜地方局建設部、五十崎町および愛媛県緑化センター(元所長清水敬氏、前所長水口祥五郎氏ならびに現所長新開幸吉氏)にご協力していただくと共に、前愛媛県林業試験場主席研究員得居修氏からは、有益なご助言をいただいた。また、本研究の一部は、生産科学研究所第3回「日植学術奨励資金」によるものである。記して謝意を表する。

引　用　文　献

- (1) 土壌養分測定法委員会編：土壤養分分析法。pp.123—124, 養賢堂, 1980
- (2) 江崎次夫：林道のり面の保全に関する研究。愛媛大学農学部演習林報告, 21, 1—116, 1983
- (3) EZAKI, T., FUJIHISA, M., OGAMI, K., KOHNO, S. and YAMAMOTO, M.: Plant succession on the face of slopes of forest roads (VII). The growth processes of invading woody plants and degree of soil formation on road banking slopes in the warm-temperate zone. Bull. Ehime Univ. For. 25, 89—102, 1987
- (4) EZAKI, T. and IMON, Y.: Revegetation of river environments utilizing kind of weeds. Proceedings of International Symposium '93 on Design of Amenity. 22—23, 1993
- (5) 江崎次夫・藤久正文・井門義彦・水野　治：チガヤの再生について。雑草研究, 35(別号), 141—142, 1990
- (6) 江崎次夫・藤久正文・井門義彦・水野　治：土壤 pH の改変がチガヤの生育に及ぼす影響について。雑草研究, 35 (別号), 143—144, 1990
- (7) 江崎次夫・藤久正文・井門義彦・水野　治：堤防のり面樹草の根系量について。雑草研究, 35 (別号), 151—152, 1990
- (8) 江崎次夫・藤久正文・井門義彦・水野　治：堤防のり面チガヤ群落内の pH 改変とその後の生育について。第21回緑化工発表会研究発表要旨集, 40—43, 1990
- (9) 堀江保夫：治山技術展望－緑化技術の流れと今後の課題－。林業技術, 592, 10—12, 1991
- (10) 刈住 昇：樹木根系図説。pp.121—150, 誠文堂新光社, 1979
- (11) 河田 弘：森林土壤学概論。pp.136—138, 博友社, 1989
- (12) 角幡 朝・近藤三雄：ワイルドフラワーによるのり面緑化の可能性について。日本緑化工学会誌, 16 (1), 58—63, 1991
- (13) 日本気象協会松山支部：愛媛県気象年報（平成元年度）。1—32, 1990
- (14) 沖 陽子：環境保全型農業と雑草管理：農業土木学会バイオホロニクス研究会テキスト, 1—13, 1991
- (15) 林野庁：重信川流域管理計画調査報告書。pp.127—131, 1981
- (16) 林野庁：重信川流域管理計画調査報告書。pp.79—127, 1982
- (17) 陶山正憲・原 敏男：樹草根系による斜面安定化機構に関する研究 (I)。96回日林論, 643—644, 1985
- (18) 四国建設弘済会：昭和63年度重信川堤防法覆工検討業務委託報告書。1—142, 1989
- (19) 四国建設弘済会：平成元年度重信川堤防法覆工検討業務委託報告書。1—141, 1990
- (20) 鈴木貢次郎・近藤三雄：ワイルドフラワーによる緑化に用いる草種ならびに施工、管理実態について。日本緑化工学会誌, 16 (3), 46—57, 1991
- (21) 鈴木貢次郎・萩原信弘・近藤三雄：緑化に用いる「ワイルドフラワー」の適正草種、ならびに造成・管理手法について、造園雑誌, 54 (4), 255—265, 1991
- (22) 山根一郎：耕地の土壤学。pp.73—97, 農山漁村文化協会, 1981

(1993年7月30日受理)



写真1 ノシバ植栽地
(1988年12月6日撮影)

Photo.1 Planting field of *Zoysia japonica*
(taken on Dec. 6, 1988)

写真2 ノシバ植栽地における現存量調査
(1988年12月6日撮影)

Photo.2 Survey of standing crop
at planting field of
Zoysia japonica
(taken on Dec. 6, 1988)



写真3 ティフトン328植栽地
(1988年12月8日撮影)

Photo.3 Planting field of
C. dactylon × C. transvaalensis
(taken on Dec. 8, 1988)



写真4 ティフトン328植栽地における
現存量調査

(1988年12月8日撮影)

Photo.4 Survey of standing crop at
planting field of *C. dactylon*
× *C. transvaalensis*
(taken on Dec. 8, 1988)



写真5 チガヤ群落

(1988年7月24日撮影)

Photo.5 Plant community of
Imperata cylindrica
(taken on July 24, 1988)

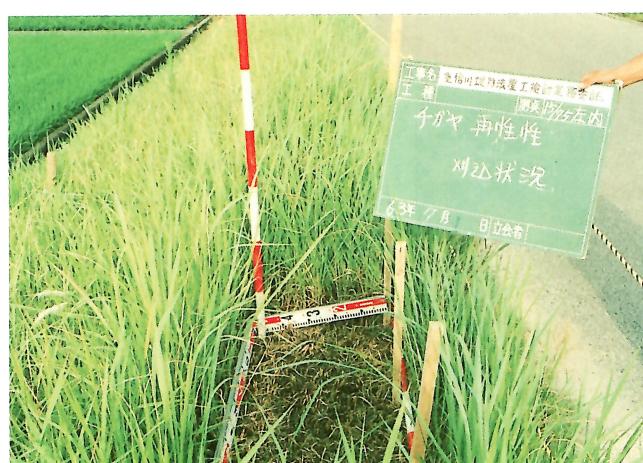


写真6 チガヤ群落

(1988年7月24日撮影)

Photo.6 Plant community of
Imperata cylindrica
(taken on July 24, 1988)



写真7 チガヤ群落における現存量調査

(1988年12月3日撮影)

Photo. 7 Survey of standing crop at plant community of *Imperata cylindrica*
(taken on Dec. 3, 1988)

写真8 ススキ群落

(1988年7月22日撮影)

Photo. 8 Plant community of
Miscanthus sinensis
(taken on July 22, 1988)



写真9 ススキ群落における現存量調査

(1988年11月24日撮影)

Photo. 9 Survey of standing crop at plant community of *Miscanthus sinensis*
(taken on Nov. 24, 1988)



写真10 オカメザサ植栽地
(1988年11月12日撮影)

Photo. 10 Planting field of
Shibataea kumasaca
(taken on Nov. 12, 1988)

写真11 オカメザサ植栽地における
現存量調査
(1988年11月14日撮影)

Photo. 11 Survey of standing crop at planting field of
Shibataea kumasaca
(taken on Nov. 14, 1988)



写真12 オカメザサ植栽地における現
存量調査

(1988年11月21日撮影)
Photo. 12 Survey of standing crop at planting field of
Shibataea kumasaca
(taken on Nov. 21, 1988)



写真13 ヘデラカナリエンシス植栽地

(1988年12月6日撮影)

Photo.13 Planting field of
Hedera canariensis
(taken on Dec. 6, 1988)



写真14 ヘデラカナリエンシス植栽地における現存量調査

(1988年12月6日撮影)

Photo.14 Survey of standing crop at planting field
of *Hedera canariensis*
(taken on Dec. 6, 1988)



写真15 コグマザサ植栽地

(1988年12月19日撮影)

Photo.15 Planting field of
Sasaella kogasensis var.
gracillima
(taken on Dec. 19, 1988)



写真16 コグマザサ植栽地における現存量調査

(1988年12月19日撮影)

Photo. 16 Survey of standing crop at planting field of *Sasaella kogasensis* var. *gracillima*
(taken on Dec. 19, 1988)



写真17 イガザサ植栽地

(1988年12月7日撮影)

Photo. 17 Planting field of *Sasa palmata* var. *niijimai*
(taken on Dec. 7, 1988)



写真18 イガザサ植栽地における現存量調査

(1988年12月7日撮影)

Photo. 18 Survey of standing crop at planting field of *Sasa palmata* var. *niijimai*
(taken on Dec. 7, 1988)