人と自然　Humans and Nature, No. 3, 85 − 98, March 1994

河川堤防植生の管理に関する生態学的研究
Ⅰ．仁淀川の堤防植生におよぼす刈り取りの影響

浅見佳世[1)]・服部　保[2)]*・赤松弘治[1)]・和田一範[3)]・嘉藤正一[4)]

[1)]里と水辺研究所　[2)]兵庫県立人と自然の博物館 生物資源研究部

[3)]建設省四国地方建設局高知工事事務所　[4)]株式会社 開発システム研究所

Ecological Studies on Management of Grassland Vegetation on the Embankment Slope
Ⅰ. Effect of Cutting on the Embankment Vegetation at the Niyodo River

Kayo ASAMI[1)], Tamotsu HATTORI[2)], Hiroji AKAMATSU[1)], Kazunori WADA[3)] and Shoichi KATO[4)]

[1)] *Institute of Rural & Urban Ecology, Higashinakajima 4-11-32-602, Higashiyodogawa-ku, Osaka, 533 Japan*

[2)] *Division of Biological Resources, Museum of Nature and Human Activities, Hyogo, Yayoi-ga-oka 6, Sanda, 669-13 Japan*

[3)] *Kochi Work office Shikoku Regional Construction Bureau Ministry of Construction, Rokusenji 96-7, Kochi, 780 Japan*

[4)] *The Development System Institute Inc., Minamimorimachi 1-2-25, Kita-ku, Osaka, 530 Japan*

Abstract

We would like to report on the results of our investigation into the effects of cutting on the grassland community. Field experiments were conducted on the embankment grassland community at the Niyodo river in Kochi Pref. from 1986 to 1991. In order to clarify the effects of cutting frequency on growth, number of species, life-forms, floristic composition and species diversity of the community in which *Miscanthus sinensis* and *Imperata cylindrica* var. *koenigii* were dominant, four experimental plots cut at different frequencies (twice per year, once per year, once per two years and no cutting) were designated in the community. In the plots with no cutting, one cutting per two years and one cutting per year, the communities were progressively dominated by *Miscanthus sinensis*. Only in the plot that received two cuttings per year did the community remain dominated by *Miscanthus sinensis* and *Imperata cylindrica* var. *koenigii*. In the plots that received no cutting and one cutting per year, the number of species and species diversity of the community were reduced. By contrast, in the plots that received one and two cuttings per year, the number of species and species diversity of the community remained at the same level as when the experiments started. Seasonal change was clearly evident in the plots that received one and two cuttings per year, whereas it was not evident in the other plots. This resulted in the reduction of summer annual plants because of the extreme domination of *Miscanthus sinensis*.

Key words: effect of cutting, floristic composition, *Imperata cylindrica* var. *koenigii*, *Miscanthus sinensis*, seasonal change, species diversity.

*兼任：姫路工業大学 自然・環境科学研究所

はじめに

河川において堤防は最も重要な構造物の一つであり，その表面を保護する植生の維持管理は治水上欠くことのできないものである．堤防法面の植生に対して行われている管理としては，植栽直後のシバ群落では３年にわたり高密度な管理が実施されるが，その後は１年に２回程度の刈り取り管理だけとなるのが一般的である．１年に２回の刈り取りは梅雨期と台風期の前に行われている．これは，出水期に法面の表層部の状態を把握しやすくするため，また経済的に高頻度の管理を実施することが難しいことによる．

１年に２回のこのような維持管理のもとではシバ群落を維持するのは困難であり，植栽されたシバ群落は数年後には大型の多年生草本群落に置き換わっているのが現状である．

植生が成立する堤防法面の面積は広大であり，経済上あるいは環境面に及ぼす影響は大きい．より効率的で適切な管理を行うためには，植生動態を十分に把握する必要がある．

本論文は現状の堤防植生の動態を明らかにするとともに，各種の刈り取り条件下に成立する植生の動態を比較し，望ましい堤防植生についての基礎的資料を提供するものである．

なお，本調査結果は高知県仁淀川で６ヶ年にわたり行った調査業務委託の資料（建設省四国地方建設局高知工事事務所，1987，1988，1989，1990，1991，1992）によるものである．

調査方法

調査地の概要

調査は高知県吾川郡伊野町大内を流れる，仁淀川右岸堤防の裏法面で行った．この法面は西南西向き，傾斜25度の斜面で，ススキとチガヤが優勢な植生に被われている．表土は小から大の礫を含むち密な粘土質土壌から構成されている．

最寄りの気象観測地である高知の資料（国立天文台，1992）によれば年平均気温は16.4℃，年降水量は2582.4㎜で，暖温帯の多降水量域にあたる．調査地の周辺には水田，果樹園，畑地が広がり，典型的な農村景観が展開している．

Table 1. Cutting frequency and cutting season of each plot investigated.

Plot	Cutting frequency	Cutting season
A	Twice per year	Summer and Autumn
B	Once per year	Summer
C	Once per 2 years	Summer
D	No cutting	

仁淀川の建設省管理区間の堤防では堤防法面の植生管理として，調査地の堤防も含め，毎年２回初夏と秋に刈り取りが行われている．

刈り取り試験区および調査区の設置

刈り取り頻度によって，１年２回刈り取り試験区（Ａ区），１年１回刈り取り試験区（Ｂ区），２年に１回刈り取り試験区（Ｃ区），放置区（Ｄ区）の４種の試験区を設定した（Table 1）．各試験区の面積は斜面長７ m，法線方向20m の140㎡とし，各試験区内に1m ×1m の調査区を５区設置した．

刈り取り時期はＡ区が初夏（６月中旬～７月初旬）と秋（10月下旬～11月初旬），Ｂ区が初夏，Ｃ区が夏（８月）である．

調査の方法

調査は各調査区ごとに，全出現種のリストおよび各出現種の平均草丈（最頻値），被度（％）や植被率などについて行った．

調査は，1986年は10月24日，1987年は５月15日と10月16日，1988年は10月７日，1989年は10月20日，1990年は５月28日と10月26日，1991年は10月23日（Ａ区のみ９月26日）に行った．

解析には各刈り取り試験区内の調査区５区の平均値（草丈は加重平均，被度は算術平均）を用い，最高草丈については５つの調査区の中で最も高かった値を，出現種数については５つの調査区に出現した全ての種数を用いた．

結果および考察

１．刈り取り試験区相互の組成比較

各刈り取り試験区の調査結果を Tables ２～５

Table 2. Seasonal change in height (m) and cover (%) of species appearing in plot A.

Date	調査年月	Oct.1986		May 1987		Oct.		Oct.1988		Oct.1989		May 1990		Oct.		Sep.1991	
Maximum height (m)	最高草丈	1.5		0.8		1.7		2.2		2.5		2.5		2.4		2.6	
Percentage of vegetational cover (%)	植被率	94.0		71.0		98.4		99.6		93.0		95.8		93.6		71.0	
Number of species	出現種数	38		37		38		44		31		41		27		33	
		H	C	H	C	H	C	H	C	H	C	H	C	H	C	H	C
Miscanthus sinensis	ススキ	0.61	57	0.48	35	0.24	7.6	0.42	11.8	0.22	1.46	0.46	22.2	0.28	6.8	0.7	34
Imperata cylindrica var. koenigii	チガヤ	0.57	20	0.3	9	0.23	12.6	0.56	26.86	0.11	8.2	0.46	19	0.2	7.29	0.6	19.4
Zoysia japonica	シバ	0.03	r														
Agropyron racemiferum	アオカモジグサ					0.07	0.01	0.1	0.02			0.48	0.02				
Carex breviculmis	アオスゲ	0.11	1.9	0.08	2.6	0.07	1.6	0.12	1.61	0.11	2.6	0.13	4.4	0.1	2.64	0.14	2.2
Setaria faberi	アキノエノコログサ	0.25	r					0.5	0.01								
Cuscuta pentagona	アメリカネナシカズラ					0.03	r	0.16	r			0.25	0.02				
Geranium carolinianum	アメリカフウロ			0.03	r	0.1	0.1	0.1	0.04			0.12	0.01				
Mosla punctulata	イヌコウジュ	0.25	0.52	0.01	0.04	0.12	1.21	0.44	2.24	0.1	0.45			0.07	0.15	0.43	4.06
Gramineae sp.	イネ科の1種			0.03	0.02			0.19	0.02			0.2	0.4			0.13	0.1
Andropogon brevifolius	ウシクサ	0.39	15.2	0.01	0.44	0.15	28.4	0.35	10.64	0.09	0.23	0.02	0.02	0.1	0.02	0.28	0.01
Acalypha australis	エノキグサ	0.04	0.02			0.06	0.04	0.15	0.04	0.08	0.04	0.03	r	0.08	0.07		
Erigeron sumatrensis	オオアレチノギク	0.06	0.02					0.03	0.02								
Hypericum erectum	オトギリソウ	0.04	r														
Youngia japonica	オニタビラコ															0.04	r
Cerastium glomeratum	オランダミミナグサ			0.02	r												
Vicia tetrasperma	カスマグサ			0.2	0.01	0.05	r					0.2	0.1				
Oxalis corniculata	カタバミ	0.1	0.01	0.02	0.04	0.05	0.02	0.12	0.09	0.06	0.22	0.15	0.48	0.06	0.23	0.15	1.64
Cyperaceae sp.	カヤツリグサ科の1種	0.4	0.4			0.1	0.01	0.41	0.14								
Vicia angustifolia	カラスノエンドウ	0.1	0.02	0.3	2.73	0.07	0.01	0.15	0.02	0.07	r	0.34	1.45	0.1	0.12	0.11	0.01
Justicia procumbens var. leucantha	キツネノマゴ	0.1	0.01			0.1	0.01	0.14	0.24	0.06	0.04	0.04	0.02	0.06	0.01	0.36	0.28
Setaria glauca	キンエノコロ	0.49	0.42	0.3	0.01	0.13	0.25	0.45	1.3	0.07	0.01			0.06	0.12	0.51	2.16
Cynodon dactylon	ギョウギシバ							0.04	r								
Cyperus cyperoides	クグ					0.05	0.4	0.15	0.02			0.2	0.02			0.3	0.27
Picris hieracioides var. glabrescens	コウゾリナ	0.1	0.8	0.09	1.9	0.08	0.5	0.28	4.6	0.12	0.82	0.23	5.2	0.08	0.1	0.22	0.12
Lysimachia japonica	コナスビ	0.04	0.01	0.04	0.19	0.03	0.08	0.04	0.16	0.06	0.32	0.1	0.34	0.04	r	0.09	1.56
Arthraxon hispidus	コブナグサ	0.25	0.2	0.01	0.01	0.08	0.22	0.3	5.4	0.09	0.12	0.04	0.04			0.38	0.84
Rumex acetosa	スイバ	0.15	0.36	0.13	1.08	0.05	0.21	0.08	0.38	0.07	0.35	0.19	1.14	0.29	0.6	0.08	0.01
Vicia hirsuta	スズメノエンドウ			0.08	0.08							0.01	0.01				
Paspalum thunbergii	スズメノヒエ	0.1	0.01	0.9	0.02	0.17	0.03	0.39	0.64			0.1	0.2	0.06	0.02	0.39	0.38
Luzula capitata	スズメノヤリ			0.09	0.23					0.09	r	0.13	0.28	0.09	0.14		
Viola mandshurica	スミレ	0.08	0.04	0.1	0.02	0.01	r	0.1	0.06	0.09	0.04	0.1	0.22	0.1	0.4	0.1	0.04
Solidago altissima	セイタカアワダチソウ	0.2	0.2	0.2	0.4	0.2	0.1	0.25	0.6	0.1	0.02	0.3	0.1	0.06	0.02	0.2	0.2
Veronica arvensis	タチイヌノフグリ			0.03	0.18							0.08	0.06				
Gnaphalium japonicum	チチコグサ	0.04	0.07	0.06	0.42	0.01	0.04	0.09	0.08			0.03	0.01				
Centella asiatica	ツボクサ															0.13	0.08
Ixeris dentata	ニガナ	0.09	0.14	0.15	0.71	0.04	0.14	0.06	0.05	0.07	0.22	0.1	0.37	0.09	0.35	0.13	0.25
Sisyrinchium atlanticum	ニワゼキショウ											0.2	0.04				
Agrostis clavata var. nukabo	ヌカボ											0.15	0.16				
Lespedeza pilosa	ネコハギ	0.08	0.04	0.05	0.2	0.2	0.4	0.2	3.4	0.16	1.2	0.12	3.6	0.1	0.6	0.15	0.4
Spiranthes sinensis	ネジバナ	0.05	0.04	0.06	0.36	0.03	0.35	0.03	0.1	0.06	0.02						
Sporobolus fertilis	ネズミノオ	0.5	0.4													0.6	0.04
Cirsium japonicum	ノアザミ	0.1	1.5	0.31	6.2	0.07	3.6	0.12	4.6	0.11	4.66	0.37	7.5	0.08	3	0.17	3.1
Rosa multiflora	ノイバラ	0.45	0.8	0.2	0.4	0.2	0.2	0.5	0.6			0.25	1.6			0.25	0.2
Sacciolepis indica	ハイヌメリ	0.26	1.3			0.1	0.6	0.21	0.05	0.02	r					0.26	0.04
Wahlenbergia marginata	ヒナキキョウ	0.04	0.02	0.2	0.02			0.25	r								
Briza minor	ヒメコバンソウ			0.04	0.24							0.12	0.02				
Erigeron annuus	ヒメジョオン	0.1	0.92	0.22	1.8	0.06	1.2	0.11	2.4	0.09	1.2	0.45	1.74	0.08	0.78	0.07	0.34
Polygala japonica	ヒメハギ	0.06	0.01	0.1	0.01	0.01	r	0.1	0.02	0.07	0.12	0.1	0.01	0.07	0.02		
Phyllanthus ussuriensis	ヒメミカンソウ	0.05	r			0.06	0.06	0.13	0.08	0.09	0.03			0.12	0.04	0.11	0.02
Erigeron canadensis	ヒメムカシヨモギ	0.2	0.01			0.05	r	0.3	0.06								
Galium gracilens	ヒメヨツバムグラ			0.09	0.04	0.08	0.01	0.06	0.03	0.08	0.02	0.2	0.28	0.07	0.01	0.08	0.07
Paederia scandens var. mairei	ヘクソカズラ							0.02	0.06	0.13	0.6	0.15	0.8	0.05	0.8	0.35	4
Kummerowia stipulacea	マルバヤハズソウ							0.1	r								
Poa acroleuca	ミゾイチゴツナギ			0.2	0.04												
Lespedeza cuneata	メドハギ	0.36	5.01	0.43	5.8	0.12	4.4	0.53	12.64	0.13	1.44	0.69	17.16	0.19	1.08	0.61	17.54
Galium spurium var. echinospermon	ヤエムグラ									0.05	r	0.2	0.06				
Kummerowia striata	ヤハズソウ	0.19	0.24	0.04	0.16	0.11	0.14	0.21	0.82	0.08	r	0.08	0.02			0.2	r
Agrostis clavata	ヤマヌカボ											0.17	0.18				
Artemisia princeps	ヨモギ	0.39	1.46	0.24	5.8	0.09	0.7	0.38	1.24	0.18	0.02	0.3	2.94	0.08	0.48	0.5	2.14

H : Mean height (m), C : Cover degree (%) r<0.01%

に示した．また各試験区の1988年10月と1991年10月の相観を Plates 1，2に示した．

第1回目の調査結果では，4試験区ともススキが被度44～71% と被度順位第1位を占め，チガヤが19～30% とそれに続き，いずれの試験区もススキとチガヤの優占する群落で被われている．各試験区の出現種数は25～38種で，ヨモギ，メドハギ，ノアザミ，アオスゲ，ウシクサ，ヒメジョオン，ニガナ，ヤハズソウ，イヌコウジュ，コナスビなど，多くの種が共通する．調査開始時の4試験区の優占種や構成種における類似性は，各試験区の植生が均質であり，調査を進めるには望ましい状況であったことを示している．

刈り取り頻度と種類組成との関係について，最終調査時の資料より組成要約表を作成し（Table 6），考察を行った．組成要約表の作成にあたっては，Braun-Blanquet (1964) にもとづき被度（%）を被度階級値に読み替えて示した．

Table 6から，刈り取り頻度が減少すると，種が欠落することがわかる．A区だけに出現する種としてはウシクサ，ヤハズソウ，ネズミノオ，スズメノヒエなどがあり，B区だけに出現する種としてはオオニシキソウ，ヒメクグ，ミゾイチゴツナギがある．この他A，B区には共通種としてイヌコウジュ，キンエノコロ，コブナグサ，ヒメミカンソウ，ハイヌメリなどが生育する．これらの

Table 3. Seasonal change in height (m) and cover (%) of species appearing in plot B.

Date	調査年月	Oct.1986		May 1987		Oct.		Oct.1988		Oct.1989		May 1990		Oct.		Sep.1991	
Maximum height (m)	最高草丈	1.5		1.0		1.7		2.2		2.5		2.5		2.4		2.6	
Percentage of vegetational cover (%)	植被率	94.0		82.0		98.4		99.6		93.0		95.8		93.6		71.0	
Number of species	出現種数	30		30		27		28		28		31		26		29	
		H	C	H	C	H	C	H	C	H	C	H	C	H	C	H	C
Miscanthus sinensis	ススキ	0.67	44	0.68	37	0.62	23.8	0.68	37.6	0.78	42.6	0.99	51.2	0.74	50	0.95	52.4
Imperata cylindrica var. koenigii	チガヤ	0.56	30	0.37	19.1	0.48	14.8	0.7	15.2	0.72	12.2	0.71	7.6	0.75	12.4	0.72	4.4
Agropyron racemiferum	アオカモジグサ											0.8	0.05				
Carex breviculmis	アオスゲ	0.1	2	0.13	3.6	0.1	3.6	0.12	1.92	0.14	1.61	0.21	0.82	0.11	1.02	0.1	1.52
Digitaria violascens	アキメヒシバ	0.55	0.01														
Cuscuta pentagona	アメリカネナシカズラ											0.85	0.02				
Geranium carolinianum	アメリカフウロ			0.2	0.01							0.1	0.05				
Poa sphondylodes	イチゴツナギ									0.1	0.01						
Mosla punctulata	イヌコウジュ	0.14	0.01			0.2	0.2	0.28	0.04	0.45	0.2	0.03	0.01	0.24	0.86	0.4	5.46
Ilex crenata	イヌツゲ									0.2	0.02						
Andropogon brevifolius	ウシクサ	0.31	6.8	0.02	r	0.1	0.55	0.17	0.24	0.05	0.1			0.19	0.07		
Veronica persica	オオイヌノフグリ									0.06	0.05						
Euphorbia maculata	オオニシキソウ									0.08	0.05			0.45	0.8	0.25	0.67
Youngia japonica	オニタビラコ											0.1	0.01			0.08	0.3
Cerastium glomeratum	オランダミミナグサ			0.1	r												
Vicia tetrasperma	カスマグサ			0.17	0.16							0.34	0.2				
Oxalis corniculata	カタバミ					0.1	0.02	0.1	0.02			0.15	0.01			0.2	0.02
Cyperaceae sp.	カヤツリグサ科の1種	0.45	0.3			0.2	0.1	0.35	0.02								
Vicia angustifolia	カラスノエンドウ	0.1	0.04	0.29	2.1	0.13	0.13	0.14	0.02	0.19	0.05	0.05	0.05	0.09	0.05	0.11	0.01
Compositae sp.	キク科の1種									0.15	0.01						
Justicia procumbens var. leucantha	キツネノマゴ	0.22	0.02	0.02	0.01	0.04	r	0.2	0.1	0.33	1.32	0.03	0.11	0.12	0.07	0.27	0.94
Setaria glauca	キンエノコロ	0.49	0.12			0.21	0.04	0.4	0.16	0.25	0.02			0.1	0.02	0.3	0.12
Cyperus cyperoides	クグ													0.3	0.04	0.4	0.06
Fatoua villosa	クワクサ															0.07	0.02
Picris hieracioides var. glabrescens	コウゾリナ	0.1	0.2	0.2	0.8	0.3	0.1									0.1	0.14
Lysimachia japonica	コナスビ	0.03	0.02	0.1	0.15	0.08	0.03	0.06	0.11	0.04	0.1	0.09	0.02			0.07	0.26
Arthraxon hispidus	コブナグサ	0.11	0.02	0.03	r	0.1	0.04	0.25	0.06	0.28	0.1	0.1	0.1	0.05	0.01	0.25	0.04
Labiatae sp.	シソ科の1種											0.05	r				
Rumex acetosa	スイバ	0.16	0.35	0.18	1.52	0.09	0.94	0.18	1.06	0.2	4.64	0.28	1.8	0.22	2.6	0.16	2.12
Vicia hirsuta	スズメノエンドウ			0.2	0.08												
Luzula capitata	スズメノヤリ			0.1	0.02	0.05	0.01					0.07	0.16	0.1	0.02		
Solidago altissima	セイタカアワダチソウ									0.18	0.1	0.45	0.04	0.45	0.2	0.55	0.3
Veronica arvensis	タチイヌノフグリ			0.1	0.02							0.08	0.05				
Gnaphalium japonicum	チチコグサ	0.08	0.6	0.17	0.54	0.01	r					0.05	0.04	0.03	0.02		
Arundinella hirta	トダシバ	0.9	16	0.6	14	0.55	17	0.8	8	0.6	8	0.85	10	0.55	13	0.65	13
Ixeris dentata	ニガナ	0.1	0.13	0.3	1.02	0.05	0.16	0.08	0.33	0.1	0.74	0.07	0.37	0.12	0.91	0.1	0.54
Agrostis clavata var. nukabo	ヌカボ											0.4	0.05	0.1	0.04		
Spiranthes sinensis	ネジバナ	0.04	0.03	0.1	0.32	0.03	0.12	0.04	0.03								
Sporobolus fertilis	ネズミノオ	0.55	r											0.25	0.01		
Cirsium japonicum	ノアザミ	0.07	0.3	0.12	0.42	0.09	0.12	0.03	0.01	0.05	0.2	0.03	0.17	0.05	0.2	0.07	0.2
Rosa multiflora	ノイバラ	0.48	0.6	0.39	5.8	0.37	1.2	0.65	0.6	0.5	0.8	0.75	7.6	0.65	3.1	0.66	0.12
Sacciolepis indica	ハイヌメリ	0.3	0.03			0.1	0.02	0.25	0.03							0.2	0.01
Briza minor	ヒメコバンソウ			0.26	0.13							0.05	r				
Erigeron annuus	ヒメジョオン	0.09	0.31	0.24	0.71	0.07	0.86	0.15	1.1	0.13	1.04	0.48	0.58	0.07	0.2	0.14	0.45
Phyllanthus ussuriensis	ヒメミカンソウ	0.06	r			0.05	0.01	0.11	0.02	0.12	0.05			0.13	0.05	0.04	0.01
Erigeron canadensis	ヒメムカシヨモギ	0.05	r														
Cerastium glomeratum	ヒメクグ															0.15	0.01
Galium gracilens	ヒメヨツバムグラ			0.03	r			0.08	r	0.1	0.01					0.04	0.01
Sceptridium ternatum	フユノハナワラビ	0.05	0.1	0.05	0.02			0.1	0.04	0.12	0.14			0.1	0.12		
Kummerowia stipulacea	マルバヤハズソウ							0.1	r								
Poa acroleuca	ミゾイチゴツナギ											0.01	0.05			0.15	0.01
Lespedeza cuneata	メドハギ	0.45	6	0.57	7.1	0.31	9.2	0.56	10.6	0.47	9.2	0.85	6.6	0.45	8	0.46	5.1
Galium spurium var. echinospermon	ヤエムグラ	0.1	0.02	0.18	0.12			0.08	r	0.6	1.2	0.21	0.01				
Kummerowia striata	ヤハズソウ	0.29	0.21	0.07	0.01	0.2	0.1	0.25	0.2								
Artemisia princeps	ヨモギ	0.33	0.36	0.2	0.4	0.26	0.8	0.2	0.36	0.22	0.41	0.7	0.3	0.5	0.4	0.12	0.3

H : Mean height (m), C : Cover degree (%) r<0.01%

種群はすべてC，D区では欠落する種で，一年草が多い．D区ではさらに，草原に出現することの多いチガヤ，アオスゲ，コナスビ，ニガナなどの多年生植物までをも欠く．一方，C区にはミツバアケビが，D区にはナツフジ，スイカズラが出現しており，D区で他試験区よりも被度の高いノイバラも含めると，C，D区では林縁性のツル植物や木本植物が新たに出現したり繁茂するようになることがわかる．

A区やB区では毎年行われる2回あるいは1回の刈り取りのたびに十分な光が地表に差込み，一年草の発芽や生育が促進される．これ対してC，D区では，A，B区よりもススキの優占化が進んでいるため群落内部の光の強さが著しく低下し，一年草の発芽や生育が激減するものと思われる．

このように年に1，2回の刈り取りを続けていると，多くの種を含む種類組成が維持される．しかし刈り取りの頻度が2年に1回以下となると種類組成は大幅に貧化し，一方でツル植物や木本植物の出現を招く．特に放置した場合にはノイバラなどの林縁性の植物がススキを抜きんでて生育し始め，次の遷移段階へと進行し始めるようである．

2．種類組成の季節変化

春季および秋季それぞれの最終時の調査資料をもとに，両季節における組成要約表（Table 7）を作成し，種類組成の季節変化を考察した．組成要約表の作成にあたっては，Braun-Blanquet（1964）にもとづき被度（%）を被度階級値に読み替えて示した．

Table 4. Seasonal change in height (m) and cover (%) of species appearing in plot C.

Date	調査年月	Oct.1986		May 1987		Oct.		Oct.1988		Oct.1989		May 1990		Oct.		Oct.1991	
Maximum height (m)	最高草丈	1.5		1.1		1.7		2.2		2.5		2.5		2.4		2.6	
Percentage of vegetational cover (%)	植被率	94.0		97.0		98.4		99.6		93.0		95.8		93.6		71.0	
Number of species	出現種数	30		30		24		18		14		22		13		14	
		H	C	H	C	H	C	H	C	H	C	H	C	H	C	H	C
Miscanthus sinensis	ｽｽｷ	0.63	63	0.81	67	1.05	81.6	1.64	97.6	1.75	90	1.62	94.6	1.9	92	1.68	69
Imperata cylindrica var. koenigii	ﾁｶﾞﾔ	0.49	19	0.55	13	0.96	10.02	1.08	0.16	0.36	r	1.15	0.08				
Zoysia japonica	ｼﾊﾞ	0.05	0.1														
Carex breviculmis	ｱｵｽｹﾞ	0.13	3	0.23	6.2	0.24	3.2	0.18	0.24	0.12	0.06	0.26	0.08	0.17	0.25		
Solidago virga-aurea var. asiatica	ｱｷﾉｷﾘﾝｿｳ	0.3	0.04														
Mosla punctulata	ｲﾇｺｳｼﾞｭ	0.3	0.2			0.02	0.01					0.05	0.01				
Gramineae sp.	ｲﾈ科の1種											0.15	0.01				
Andropogon brevifolius	ｳｼｸｻ	0.31	13.4			0.13	0.12										
Acalypha australis	ｴﾉｷｸﾞｻ	0.04	0.01			0.03	0.005										
Vicia tetrasperma	ｶｽﾏｸﾞｻ			0.21	0.1												
Oxalis corniculata	ｶﾀﾊﾞﾐ	0.13	0.16	0.12	0.13	0.2	0.14					0.15	0.01				
Cyperaceae sp.	ｶﾔﾂﾘｸﾞｻ科の1種	0.7	0.02														
Vicia angustifolia	ｶｳｽﾉｴﾝﾄﾞｳ			0.23	0.03	0.1	r					0.18	0.02	0.12	0.01	0.08	r
Justicia procumbens var. leucantha	ｷﾂﾈﾉﾏｺﾞ	0.2	0.2	0.03	0.01	0.03	0.01										
Cynodon dactylon	ｷﾞﾖｳｷﾞｼﾊﾞ			0.08	0.06												
Setaria glauca	ｷﾝｴﾉｺﾛ	0.38	0.01														
Picris hieracioides var. glabrescens	ｺｳｿﾞﾘﾅ	0.02	0.01	0.1	0.4												
Lysimachia japonica	ｺﾅｽﾋﾞ	0.05	0.2	0.17	0.02	0.02	r	0.06	0.01								
Arthraxon hispidus	ｺﾌﾞﾅｸﾞｻ	0.3	0.1														
Pteridophyta sp.	ｼﾀﾞ 植物の1種							0.2	r								
Lonicera japonica	ｽｲｶｽﾞﾗ	0.2	0.4	0.5	0.61	0.5	0.4	0.15	r	0.3	0.04	1	0.02	0.12	0.02	0.75	0.81
Rumex acetosa	ｽｲﾊﾞ	0.1	0.23	0.25	1.4	0.12	0.18	0.08	0.01	0.2	0.2	0.41	1	0.07	0.05	0.19	0.57
Vicia hirsuta	ｽｽﾞﾒﾉｴﾝﾄﾞｳ			0.26	0.32	0.03	r										
Viola mandshurica	ｽﾐﾚ	0.1	0.2	0.2	0.2	0.18	0.22	0.11	0.02	0.1	0.04	0.25	0.02	0.08	0.04	0.2	0.04
Veronica arvensis	ﾀﾁｲﾇﾉﾌｸﾞﾘ			0.1	r							0.05	r				
Gnaphalium japonicum	ﾁﾁｺｸﾞｻ			0.02	0.04												
Millettia japonica	ﾅﾂﾌｼﾞ			0.4	0.2			1.06	1.4	1.16	3.2	1.4	4.4	1.33	5.2	1.2	2.02
Ixeris dentata	ﾆｶﾞﾅ	0.09	0.5	0.14	2.6	0.09	0.1	0.04	0.01			0.05	0.01	0.08	0.01		
Lespedeza pilosa	ﾈｺﾊﾔｾﾞ	0.05	0.4	0.15	0.8	0.3	0.6	0.7	0.4	0.5	0.2	0.45	2	0.45	4	0.8	0.2
Spiranthes sinensis	ﾈｼﾞﾊﾞﾅ	0.02	0.01	0.08	0.1												
Cirsium japonicum	ﾉﾌﾞｻﾞﾐ	0.16	1.01	0.65	2.2	0.18	0.8	0.03	0.01			0.05	0.02			0.01	r
Rosa multiflora	ﾉｲﾊﾞﾗ					1	0.2	1.4	1	1.57	3.2	2.05	7	2.15	8.6	2	4.6
Hydrocotyle maritima	ﾉﾁﾄﾞﾒ	0.06	0.06	0.16	0.8	0.04	r	0.01	r	0.05	0.01	0.2	0.02			0.1	0.01
Sacciolepis indica	ﾊｲﾇﾒﾘ	0.31	0.81			0.3	0.1										
Briza minor	ﾋﾒｺﾊﾞﾝｿｳ			0.18	0.13												
Erigeron annuus	ﾋﾒｼﾞｮｵﾝ	0.1	0.6	0.38	0.9	0.02	0.04	0.07	0.06			0.08	0.02				
Polygala japonica	ﾋﾒﾊﾝｹﾞ			0.1	r												
Phyllanthus ussuriensis	ﾋﾒﾐｶﾝｿｳ	0.01	r														
Galium gracilens	ﾋﾒﾖﾂﾊﾞﾑｸﾞﾗ			0.2	0.2	0.05	r	0.2	0.01	0.05	0.04	0.1	0.01	0.08	0.04	0.15	0.01
Sceptridium ternatum	ﾌｻﾉﾊﾅﾌﾗﾋﾞ									0.2	0.02						
Paederia scandens var. mairei	ﾍｸｿｶｽﾞﾗ															0.8	0.04
Kummerowia stipulacea	ﾏﾙﾊﾞﾔﾏﾊｷﾞｿｳ	0.2	0.02	0.1	0.02												
Lespedeza cuneata	ﾒﾄﾞﾊｷﾞ	0.42	4.1	0.66	11.8	1.05	15.4	1.04	3.6	0.8	1.01	0.67	0.57	1.2	0.3	0.65	0.06
Galium spurium var. echinospermon	ﾔｴﾑｸﾞﾗ											0.15	r				
Kummerowia striata	ﾔﾏﾊﾞｷﾞｿｳ	0.1	0.03	0.19	0.04												
Artemisia princeps	ﾖﾓｷﾞ	0.52	2	0.57	3	0.77	0.6	1	0.4	0.64	0.61	0.8	0.6	0.55	r	0.05	r

H : Mean height (m), C : Cover degree (%) r<0.01%

Table 7から，A区とB区は春季を特徴づける種群と秋季を特徴づける種群を持つことで，明確な季節相を有することが認められる．春季を特徴づける種群はヤエムグラ，カスマグサ，タチイヌノフグリ，ヒメコバンソウ，アメリカフウロ，スズメノエンドウなどの冬型一年草（Thw）で，秋季を特徴づける種群はキンエノコロ,ハイヌメリ，ヒメミカンソウ，オオニシキソウなどの夏型一年草（Ths）である．これに対して，C区，D区では季節を特徴づける種をほとんど欠き，種類組成の点からは季節相を区分できないことが明らかとなった．

3．ススキおよびチガヤの被度と草丈の変化

調査開始時に優占種であったススキとチガヤを対象に，草丈・被度の変化と刈り取り頻度との関係をFig. 1に示した．Fig. 1では両種の生長が十分となる各年の秋季調査の資料をもとに，被度1％以上の種について，草丈の高い種から順に草丈と被度とを示した．ただしA区では1987年から1990年にかけては，秋季調査の直前に刈り取りが実施され，他の刈り取り試験区とは調査時の条件が異なるために，図から除外した．

調査開始時には先にも述べたようにススキとチガヤが優占しており，草丈はススキが0.61～0.69m，チガヤが0.49～0.57mと，優占種の草丈は秋季にも約0.7m以下に押さえられている．5年後の最終調査時をみると，年に2回の刈り取りを続けたA区では，ススキとチガヤの2種が優占している状態に変わりない．ところが刈り取り頻度を低下させたB，C，D区では，ススキの優占化が著しく，最終調査時には3区ともススキ1種が優占する群落へと移行している．ススキの高さは刈り取り頻度が低いほど高く，C，D区ではそれぞれ1.32m，1.68mにも達している．B区ではススキの高さは0.95mであり，C，D区と同じく

Table 5. Seasonal change in height (m) and cover (%) of species appearing in plot D.

Date	調査年月	Oct.1986		May 1987		Oct.		Oct.1988		Oct.1989		May 1990		Oct.		Sep.1991	
Maximum height (m)	最高草丈	1.5		1.1		1.7		2.2		2.5		2.5		2.4		2.6	
Percentage of vegetational cover (%)	植被率	94.0		89.0		98.4		99.6		93.0		95.8		93.6		71.0	
Number of species	出現種数	25		22		12		20		22		18		16		17	
		H	C	H	C	H	C	H	C	H	C	H	C	H	C	H	C
Miscanthus sinensis	ススキ	0.69	71	0.68	67	1.02	91	0.68	63	1.38	92.8	1.56	96.6	0.68	77.6	1.32	86.8
Imperata cylindrica var. koenigii	チガヤ	0.49	22.2	0.46	13.8	0.92	9.6	0.32	0.6	0.52	0.5	0.54	0.27	0.35	0.2	0.55	0.06
Carex breviculmis	アオスゲ	0.11	1.86	0.18	6	0.25	1.6	0.19	1.71	0.12	2.07	0.15	0.53	0.06	0.04	0.05	0.05
Setaria faberi	アキノエノコログサ	0.35	0.01														
Cuscuta pentagona	アメリカネナシカズラ	0.2	0.1	0.1	0.02												
Poa sphondylodes	イチゴツナギ											0.7	0.01				
Mosla punctulata	イヌコウジュ	0.2	0.1					0.15	r			0.02	r				
Andropogon brevifolius	ウシクサ	0.34	8.6			0.08	0.03			0.09	0.06						
Youngia japonica	エノキグサ															0.07	r
Diodia teres	オオフタバムグラ	0.1	0.1					0.07	0.01								
Vicia tetrasperma	カスマグサ			0.3	0.02							0.46	0.03				
Oxalis corniculata	カタバミ	0.02	0.02	0.2	0.01			0.07	0.2	0.05	0.02			0.09	0.08		
Vicia angustifolia	カラスノエンドウ			0.29	0.17	0.05	r	0.03	0.03			0.2	0.01	0.07	0.02		
Compositae spp.	キク科の1種															0.08	r
Justicia procumbens var. leucantha	キツネノマゴ									0.15	0.1					0.05	r
Setaria glauca	キンエノコロ	0.57	0.22					0.15	0.01								
Fatoua villosa	クワクサ															0.03	r
Picris hieracioides var. glabrescens	コウゾリナ							0.05	0.02	0.02	r			0.03	0.06		
Cyperus iria	コゴメガヤツリ													0.03	r		
Lysimachia japonica	コナスビ	0.04	0.03	0.11	0.22			0.03	0.03	0.04	0.12	0.12	0.04			0.01	0.01
Euphorbia supina	コニシキソウ							0.03	r								
Arthraxon hispidus	コブナグサ	0.3	0.06														
Phyllanthus urinaria	コミカンソウ									0.1	0.01						
Rumex acetosa	スイバ	0.13	0.24	0.23	0.8	0.15	0.21	0.07	0.54	0.16	0.74	0.28	3.7	0.11	2.3	0.2	1.08
Vicia hirsuta	スズメノエンドウ			0.12	0.02												
Gnaphalium japonicum	チチコグサ	0.02	r	0.05	0.12												
Millettia japonica	ナツフジ									0.05	0.06	1.15	0.4				
Aeginetia indica var. gracilis	ナンバンギセル									0.23	0.07			0.2	0.08		
Ixeris dentata	ニガナ	0.09	0.56	0.34	5.2	0.09	0.25	0.14	3.5	0.13	0.42	0.04	1.09	0.05	0.04	0.07	0.05
Spiranthes sinensis	ネジバナ	0.01	0.42	0.09	0.7	0.02	0.12										
Cirsium japonicum	ノアザミ	0.09	0.8	0.43	1.2			0.15	0.4	0.07	0.11	0.19	0.22	0.05	0.16	0.08	0.06
Sacciolepis indica	ハイメリ	0.3	0.02			0.05	r	0.04	0.01	0.2	0.02						
Briza minor	ヒメコバンソウ			0.1	0.02												
Erigeron annuus	ヒメジョオン	0.1	0.06	0.3	0.2			0.05	0.04	0.03	0.04	0.07	0.16			0.03	0.02
Polygala japonica	ヒメハギ	0.09	0.22	0.16	0.7	0.17	0.13	0.67	0.07	0.1	0.3	0.38	0.43	0.06	0.04	0.08	r
Galium gracilens	ヒメヨツバムグラ															0.02	r
Paederia scandens var. mairei	ヘクソカズラ									0.02	0.01						
Kummerowia stipulacea	マルバヤハズソウ	0.1	r	0.05	r												
Akebia trifoliata	ミツバアケビ									0.15	0.04	0.2	0.08	0.05	0.02	0.08	0.04
Lespedeza cuneata	メドハギ	0.41	0.72	0.69	2.4	0.78	1.9	0.32	2.09	0.54	4.08	0.77	0.54	0.22	0.4	0.49	0.61
Galium spurium var. echinospermon	ヤエムグラ	0.03	r	0.2	0.01			0.05	0.02	0.03	r	0.35	1				
Kummerowia striata	ヤハズソウ	0.17	0.61	0.1	0.1												
Rhus trichocarpa	ヤマウルシ													0.05	0.01		
Artemisia princeps	ヨモギ	0.41	3.8	0.56	6.2	0.8	0.6	0.14	1.4	0.22	0.3	0.26	0.76	0.08	0.06	0.06	r

H : Mean height (m), C : Cover degree (%)　r<0.01%

ススキの優占群落ではあるが，年に1回の刈り取りではススキの生育は抑制されていることがわかる．チガヤは逆に，刈り取り頻度が低いほど被度が減少し，B区で大幅に減少し，C区でまれとなり，D区では消滅する．

このような変化を経年変化でおってみると，B区では急激な変化はなく，ススキのゆるやかな優占化が起こり，チガヤが徐々に減少している．一方試験開始から1年間刈り取りのなかったC，D区のうち，C区では，ススキは1年目に大幅に増加し，その後は2年に1回の刈り取りのたびに被度・草丈ともに低下するが，ほぼ安定した状態を維持している．チガヤは草丈は高くなるものの，被度は2年目までに急激に減少し，その後はススキの草丈や被度が低下する際にも回復しない．D区では，ススキは1年目に急増し，その後も毎年増大するが，最終調査時には被度も高さも減少する．D区では刈り取りがないために，枯死したススキの葉が試験区から取り除かれずに被いかぶさり，新葉が十分に展開しなくなったためと思われる．

以上の結果，仁淀川堤防法面のススキとチガヤの生育する草原では，1年に2回刈り取りによってススキが優勢となるもののチガヤもかなりの被度で混生できる状態で維持され，1年に1回の刈り取りではチガヤは含まれるがススキが圧倒し，2年に1回の刈り取り，無刈り取りではススキが完全に優占することが明らかとなった．

一般にススキの刈り取りについては，秋以降の刈り取りによってススキの良好な状態が維持され，1年に1回の夏の刈り取りではススキは生育が押さえられることが報告されている（大迫，1937；猶原，1965；岩城，1971；伊藤，1973）．また年2回から4回の刈り取りではチガヤの優占する群落が形成され，それ以上の刈り取り頻度ではシバの優占群落となる（猶原，1965）．ススキについては，今回の調査結果は前述の報告とよく一致している．チガヤについても年2回刈り取り

Table 6. Summarized table of floristic composition in autumn in 1991.

Plot		A	B	C	D
Number of species		33	29	17	14
Differential species of plot A					
Andropogon brevifolius	ウシクサ	+	·	·	·
Kummerowia striata	ヤハズソウ	+	·	·	·
Sporobolus fertilis	ネズミノオ	+	·	·	·
Paspalum thunbergii	ススメノヒエ	+	·	·	·
Centella asiatica	ツボクサ	+	·	·	·
Differential species of plot B					
Euphorbia maculata	オオニシキソウ	·	+	·	·
Cyperus brevifolius var. *leiolepis*	ヒメクグ	·	+	·	·
Poa acroleuca	ミゾイチゴツナギ	·	+	·	·
Differential species of plot C					
Akebia trifoliata	ミツバアケビ	·	·	+	·
Differential species of plot D					
Millettia japonica	ナツフジ	·	·	·	1
Lonicera japonica	スイカズラ	·	·	·	+
Rosa multiflora	ノイバラ	+	+	·	1
Differential species of plot A and B					
Mosla punctulata	イヌコウジュ	1	1	·	·
Setaria glauca	キンエノコロ	1	+	·	·
Oxalis corniculata	カタバミ	1	+	·	·
Sacciolepis indica	ハイヌメリ	+	+	·	·
Arthraxon hispidus	コブナグサ	+	+	·	·
Phyllanthus ussuriensis	ヒメミカンソウ	+	+	·	·
Picris hieracioides var. *glabrescen*	コウゾリナ	+	+	·	·
Solidago altissima	セイタカアワダチソウ	+	+	·	·
Youngia japonica	オニタビラコ	+	+	·	·
Cyperus cyperoides	クグ	+	+	·	·
Differential species of plot A, B and C					
Imperata cylindrica var. *koenigii*	チガヤ	2	1	+	·
Carex breviculmis	アオスゲ	1	1	+	·
Lysimachia japonica	コナスビ	1	+	+	·
Ixeris dentata	ニガナ	+	+	+	·
Erigeron annuus	ヒメジョオン	+	+	+	·
Justicia procumbens var. *leucantha*	キツネノマゴ	+	+	+	·
Main components					
Miscanthus sinensis	ススキ	3	4	5	4
Rumex acetosa	スイバ	+	1	1	+
Lespedeza cuneata	メドハギ	2	1	+	+
Artemisia princeps	ヨモギ	1	+	+	+
Cirsium japonicum	ノアザミ	1	+	+	+
Galium gracilens	ヒメヨツバムグラ	+	+	+	+

Table 7. Summarized table of seasonal change of floristic composition.

Aspect		Spring in 1990				Autumn in 1991			
Plot		A	B	C	D	A	B	C	D
Number of species		41	31	18	22	33	29	17	14
Differential species of spring aspect									
Galium spurium var. *echinospermon*	ヤエムグラ	+	+	1	+	·	·	·	·
Vicia tetrasperma	カスマグサ	+	+	+	·	·	·	·	·
Veronica arvensis	タチイヌノフグリ	+	+	·	+	·	·	·	·
Briza minor	ヒメコバンソウ	+	+	·	·	·	·	·	·
Luzula capitata	スズメノヤリ	+	+	·	·	·	·	·	·
Agropyron racemiferum	アオカモジグサ	+	+	·	·	·	·	·	·
Geranium carolinianum	アメリカフウロ	+	+	·	·	·	·	·	·
Cuscuta pentagona	アメリカネナシカズラ	+	+	·	·	·	·	·	·
Gnaphalium japonicum	チチコグサ	+	+	·	·	·	·	·	·
Agrostis clavata var. *nukabo*	ヌカボ	+	+	·	·	·	·	·	·
Vicia hirsuta	スズメノエンドウ	+	·	·	·	·	·	·	·
Agrostis clavata	ヤマヌカボ	+	·	·	·	·	·	·	·
Differential species of autumn aspect									
Setaria glauca	キンエノコロ	·	·	·	·	1	+	·	·
Sacciolepis indica	ハイヌメリ	·	·	·	·	+	+	·	·
Phyllanthus ussuriensis	ヒメミカンソウ	·	·	·	·	+	+	·	·
Fatoua villosa	クワクサ	·	·	·	·	·	+	+	·
Euphorbia maculata	オオニシキソウ	·	·	·	·	·	+	·	·
Main components									
Miscanthus sinensis	ススキ	2	4	5	5	3	4	5	4
Lespedeza cuneata	メドハギ	2	1	+	+	2	1	+	+
Rumex acetosa	スイバ	1	1	1	1	+	1	1	+
Artemisia princeps	ヨモギ	1	+	+	+	1	+	+	+
Cirsium japonicum	ノアザミ	1	+	+	+	1	+	+	+
Imperata cylindrica var. *koenigii*	チガヤ	2	1	+	+	2	1	+	·

で被度順位第２位の優占種となり，前述の報告とほぼ一致する．大面積のススキ草原で報告されている刈り取り頻度と優占種との関係は，堤防法面の草原にも適用できることが示されたと考えられる．

４．刈り取り条件による生活形組成の変化

生活形組成の変化と刈り取り頻度との関係について Fig. ２に示した．Fig. ２は春季，秋季それぞれについて調査初期（1986年10月，1987年５月）の資料と，調査終期（1990年５月，1991年10月）の資料をもとに作成した．生活形組成は種数百分率により求めた．生活形の判定は宮脇ほか（1983）および沼田ほか（1978）にもとづいたが，一部の記載されていない種は著者らが識別した．

調査開始時の生活形組成は，いずれの刈り取り試験区とも半地中植物（H）が春季，秋季を通じて約40％を占め最も多い．Ｈの次に多いのは，春季では Thw，秋季では Ths で，Thw と Ths を合わせた一年草（Th）はＨとほぼ同じ値を示す．また地上植物（Ph），地表植物（Ch），地中植物（G）が少なく，４試験区は共通した生活形組成を示している．

春季について調査開始時と最終調査時の生活形組成を較べると，Ａ区とＢ区は調査開始時の生活形組成とほぼ同じ状態を維持している．Ｃ，Ｄ区

では Ths がわずかに減少し，Ph がわずかに増加している．

秋季について調査開始時と最終調査時の生活形組成を較べると，C 区では Ths が減少，H が増加している．D 区では G，Ch，Ths が消滅してしまい，H，Ph の増加が顕著となる．

最終調査時の春季と秋季の生活形組成を比較するといずれの試験区でも，春季には Thw が Ths よりも多く，秋季には Ths が Thw よりも多いため，季節相が認められる．季節相は特にA区とB区においては顕著である．C，D 区では Ths が少なく季節の変化は Thw の変化だけに限られ，A，B 区のようには明瞭ではない．Thw は生育時期である冬から春にかけては，ススキを含め草本植物の地上部の多くが枯れるために，ススキの優占群落であるC，D区でも地表部に入る光が多く，Thw の発芽・生育の機会が生じる．これに対して，夏から秋にかけては上層がススキにより完全に被われてしまうため Ths の発芽・生育が困難となる．刈り取り頻度が低くなると Ths が少なくなるという現象は，セイタカアワダチソウ群落で行った刈り取り調査でも報告されている（服部ほか，1993）．また，C区とD区との間で Ph と Ths に違いが生じたのは，C区では２年に１回ではあるが刈り取りが行われることにより，Ph は除去され，Ths は発芽・生育が促進されるからであろう．このような刈り取り試験区間の生活形組成に差異が生じるのは，C区で３年目（1989

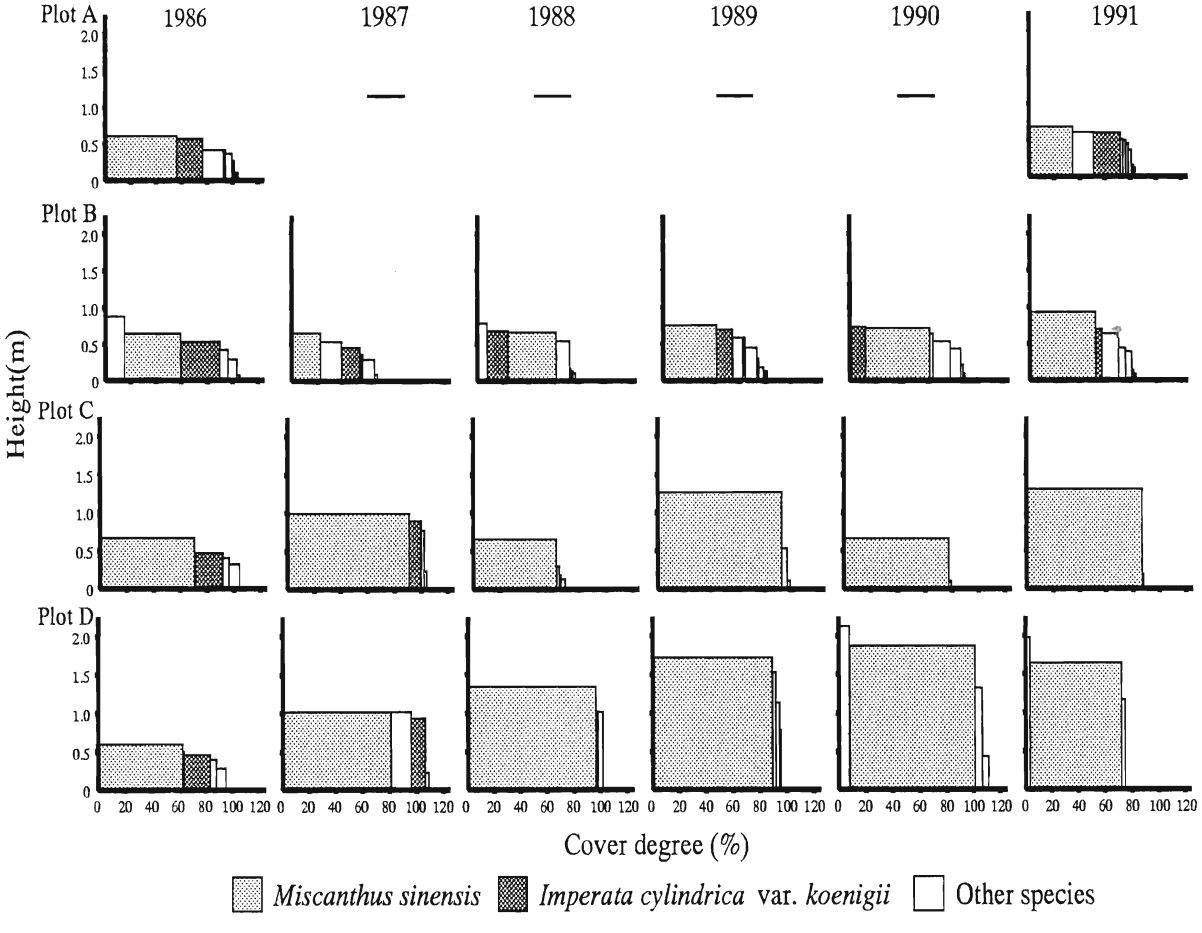

Fig. 1. Dynamics of main species in each plot.

年）からで，D区では2年目（1990年）からすでに認められる．

5．出現種数の変化

各刈り取り試験区の出現種数の変化を，Table 8に示した．

春季の出現種数の変化を各試験区ごとにみると，A区では最終調査時の出現種数は調査開始時よりもやや増加し，B区では調査開始時とほぼ同じ種数，C区，D区では減少している．春季の最終調査時の出現種数に対する試験区相互の関係については，C，D区でわずかに逆転するが，刈り取り頻度が高いほど出現種数が多い傾向が示されている．

秋季の出現種数の経年変化についてはFig. 3に示した．各試験区ごとの調査開始時と最終調査時の出現種数を比較すると，A，B区では最終調査時の出現種数は調査開始時とほぼ同じである．C区では2年に1回行われる刈り取りのために変動が激しいが，出現種数は最終調査時には減少している．D区では3年目まで年々減少し，その後はほぼ同数を保っている．D区で減少傾向が止まる時期は，ススキの草丈の増加が頭打ちとなる時期に相当する（Fig. 1参照）．D区では耐陰性の弱い種が早々に消滅してしまったことに加え，ススキの葉群の増加がなくなることで光条件も安定し，種数も安定化したものと思われる．

このように刈り取り頻度と種数については明らかな対応関係が認められた．

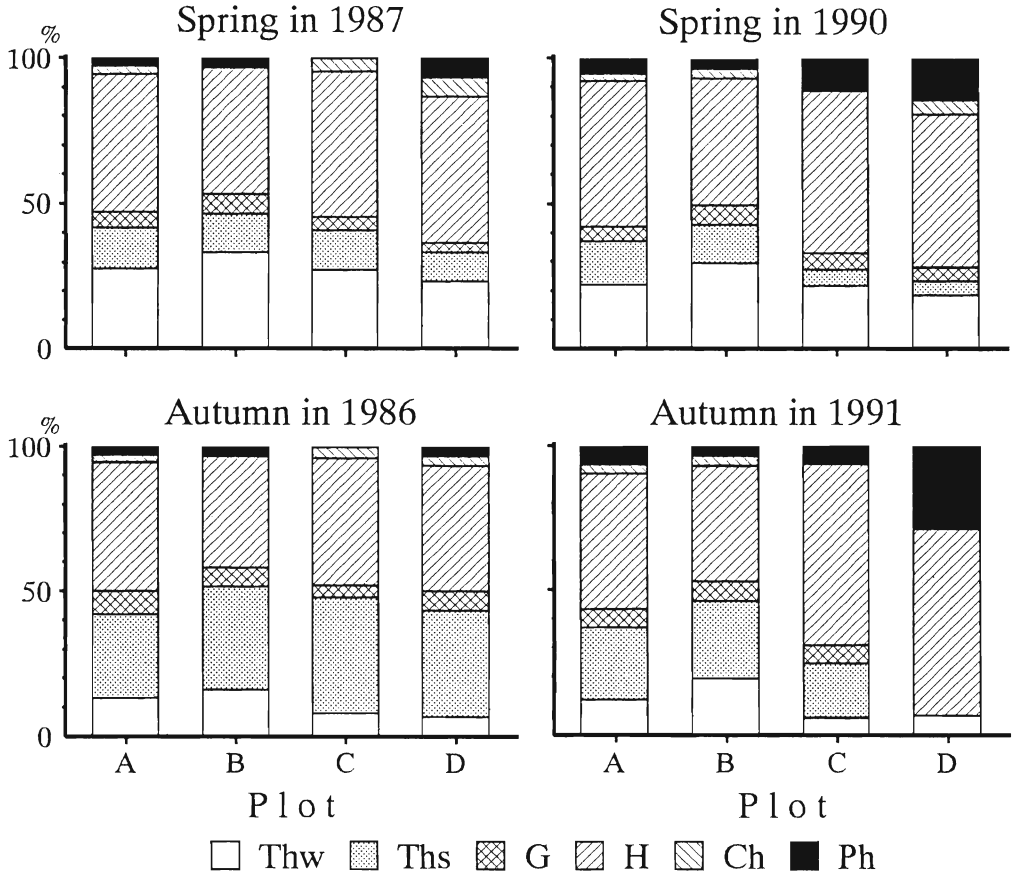

Fig. 2. Life form spectra of each plot. Ph, Phanerophyte ; Ch, Chamaephyte ; H, Hemicryptophyte ; G, Geophyte ; Thw, Therophyte (winter annual) ; Ths, Therophyte (summer annual) .

6．種多様性の変化

各試験区ごとの種多様性の変化を，Table 8に示した．種多様性の算出は種の被度（%）と草丈による SDR_2 を用いて Simpson の1/ℓ，Shannon の H' を伊藤・宮田(1977)の方法を用いて求めた．対数の底は2として算出した．

春季の種多様性の変化を各試験区ごとにみると，出現種数の場合と変わらず，A区で増加，B区で調査開始時の状態を維持，C，D区で減少している．最終調査時の試験区相互の関係についても出現種数で得られた結果と同じで，C，D区で逆転するが，刈り取り頻度が高いほど種多様性が高い傾向にある．

秋季についても，経年変化については出現種数で得られた結果とほぼ同じ結果が得られた．最終調査時の試験区相互の関係については，A，B区がC，D区よりも種多様性が高い点では出現種数の結果と同じであるが，D区とC区の関係については出現種数の場合とは異なり，D区の方がC区よりも種多様性が高い．その原因は，D区では最終調査時に，優占種であったススキの衰退がみられ，ノイバラが増加してきていることによるものと考えられる．

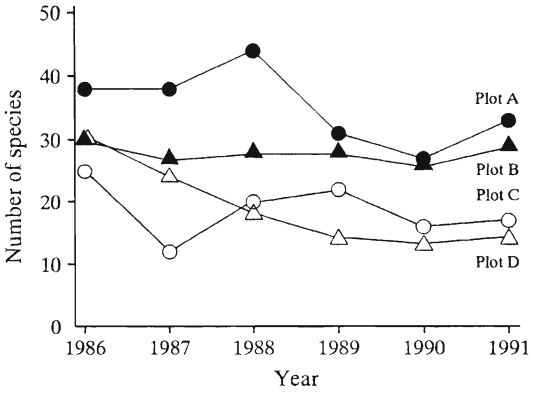

Fig. 3. Yearly change in number of species in each plot.

おわりに

今回の調査からススキやチガヤの優占する堤防法面では，刈り取り頻度に対応して，種類組成，草丈，生活形組成，種数，種多様性の異なる群落が成立することが明らかとなった．今後さらに，堤防巡視（特に出水期）の際に許容できる優占種の草丈や，刈り取り頻度に応じて成立する植生と表層土壌の安定性との関係などが十分に明らかにされれば，より適切な条件での刈り取り管理も可能になるものと思われる．

近年，堤防法面に成立する各種草本群落に対しては，治水機能のみならず，緑地としての環境機能も求められるようになってきている．堤防法面に広がる植生の多くは，ヒトが安らぎ感を感じる草原タイプの緑地（品田，1980）に該当する．自然草原が人の生活域の近くには少なく，半自然草原は草地の農業的な利用がなくなるにつれて著し

Table 8. Seasonal change in number of species and species diversity in each plot. 1/ℓ, Simpson's ; H', Shannon's.

Plot	Species diversity	1986	1987		1988	1989	1990		1991
		Oct.	May	Oct.	Oct.	Oct.	May	Oct.	Oct.
A	Number of species	38	37	38	44	31	41	27	33
	1/l	17.72	13.91	22.83	24.87	23.15	19.39	15.24	17.97
	H'	4.62	4.37	4.84	4.98	4.74	4.75	4.35	4.57
B	Number of species	30	30	27	28	28	31	26	29
	1/l	13.43	13.61	11.01	12.62	13.23	13.04	12.41	12.39
	H'	4.20	4.26	3.99	4.14	4.20	4.08	3.99	4.19
C	Number of species	25	22	12	20	22	18	16	17
	1/l	10.96	11.48	4.65	6.47	4.09	6.29	3.94	2.80
	H'	3.94	3.95	2.64	3.39	3.04	3.32	2.85	2.34
D	Number of species	30	30	24	18	14	22	13	14
	1/l	13.91	14.44	8.33	6.50	5.22	7.55	4.52	5.37
	H'	4.25	4.34	3.55	3.15	2.91	3.46	2.63	2.88

く減少している現在，広大な面積で広がる草原タイプの堤防法面の植生は，今後環境機能の面からより重要な役割を担っていくものと思われる．

著者らは堤防植生の実態について調査し，望ましい堤防植生やその管理手法について研究を進めるとともに，河川における植生景観，環境教育，多様性，ビオトープという観点から，堤防法面の植生を含め広く河川に成立する野草群落の有効性を発表してきた(服部，1987；服部・武田，1991；服部ほか，1990；服部ほか，1993；浅見ほか，1994)．このような観点から，今回得られた刈り取り頻度に対応した堤防の草原群落の優占種の変化や群落の種類組成や種多様性などの調査結果は，維持・管理の手法だけではなく，望ましい野草群落の形成の確立についても有効な資料となるものと考えられる．

謝　　辞

本論文をまとめるにあたって，資料などの公表に対して快く承諾して下さった建設省四国地方建設局高知工事事務所の杉原直樹課長，小倉清紀係長，宮崎泰典氏をはじめ所内の方々に深く謝意を表します．また現地調査に際し便宜を図っていただいた高知大学理学部山中三男教授，石川慎吾助教授に厚くお礼を申しあげるとともに，現地調査に御協力いただいた同研究室卒業生の皆様に感謝いたします．

文　　献

浅見佳世・服部　保・赤松弘治・武田義明（1994）　河川堤防法面に成立するチガヤ－ヒメジョオン群落の特性．植物地理・分類研究，**42**，75-81.

Braun-Blanquet, J. (1964) Pflanzensoziologie, 3 Aufl. Springer-Verlag, Berlin, 865p.

服部　保(1987)水辺の保全．生活空間におけるウォーターフロントの再評価に関する研究，財団法人21世紀ひょうご創造協会，神戸，38-42.

服部　保・赤松弘治・浅見佳世・武田義明（1993）河川草地群落の生態学的研究　Ⅰ．セイタカアワダチソウ群落の発達および種類組成におよぼす刈り取りの影響．人と自然，**2**，105-118.

服部　保・武田義明（1991）淀川河川公園の野草地区における望ましい野草群落の育成および管理方法に関する研究．河川美化・緑化調査研究論文集，**1**　財団法人河川環境管理財団，東京，105-120.

服部　保・武田義明・浅見佳世・赤松弘治・大山雄三（1990）河川草地群落の生態学的研究（予報）．神戸大学教育学部研究収録，**85**，1-8.

伊藤秀三(1973)遷移．沼田　真(監修)，生態学研究シリーズ5　草地の生態学．築地書館，東京，74-92.

伊藤秀三・宮田逸夫(1977)群落の種多様性．伊藤秀三(編)，植物生態学講座2．群落の組成と構造．朝倉書店，東京，76-111.

岩城英夫（1971）生態学への招待3．草原の生態．共立出版，東京，172p.

建設省四国地方建設局高知工事事務所（1987）昭和61年度仁淀川堤防植生調査検討業務委託報告書．57p.

建設省四国地方建設局高知工事事務所（1988）昭和62年度仁淀川堤防植生調査検討業務委託報告書．54p.

建設省四国地方建設局高知工事事務所（1989）平成元年度仁淀川堤防植生調査検討業務委託報告書．70p.

建設省四国地方建設局高知工事事務所（1990）平成元年度仁淀川堤防植生調査委託報告書．43p.

建設省四国地方建設局高知工事事務所（1991）平成2年度仁淀川堤防植生調査委託報告書．35p.

建設省四国地方建設局高知工事事務所（1992）平成3年度仁淀川堤防植生調査委託報告書．33p.

国立天文台編（1992）理科年表机上版．丸善，東京，1046p.

宮脇　昭・奥田重俊・望月睦夫（1983）改訂版日本植生便覧．至文堂，東京，872p.

猶原恭爾（1965）日本の草地社会．(財)資源科学研究所，東京，256p.

沼田　真・吉沢長人・浅野貞夫・桑原義晴・奥田重俊・岩瀬　徹（1978）新版・日本原色雑草図鑑．全国農村教育協会，東京，414p.

大迫元雄（1937）本邦原野に関する研究．興林会，東京，211p.

品田　穣（1980）ヒトと緑の空間．東海大学出版会，東京，209p.

(1994年3月18日受理)

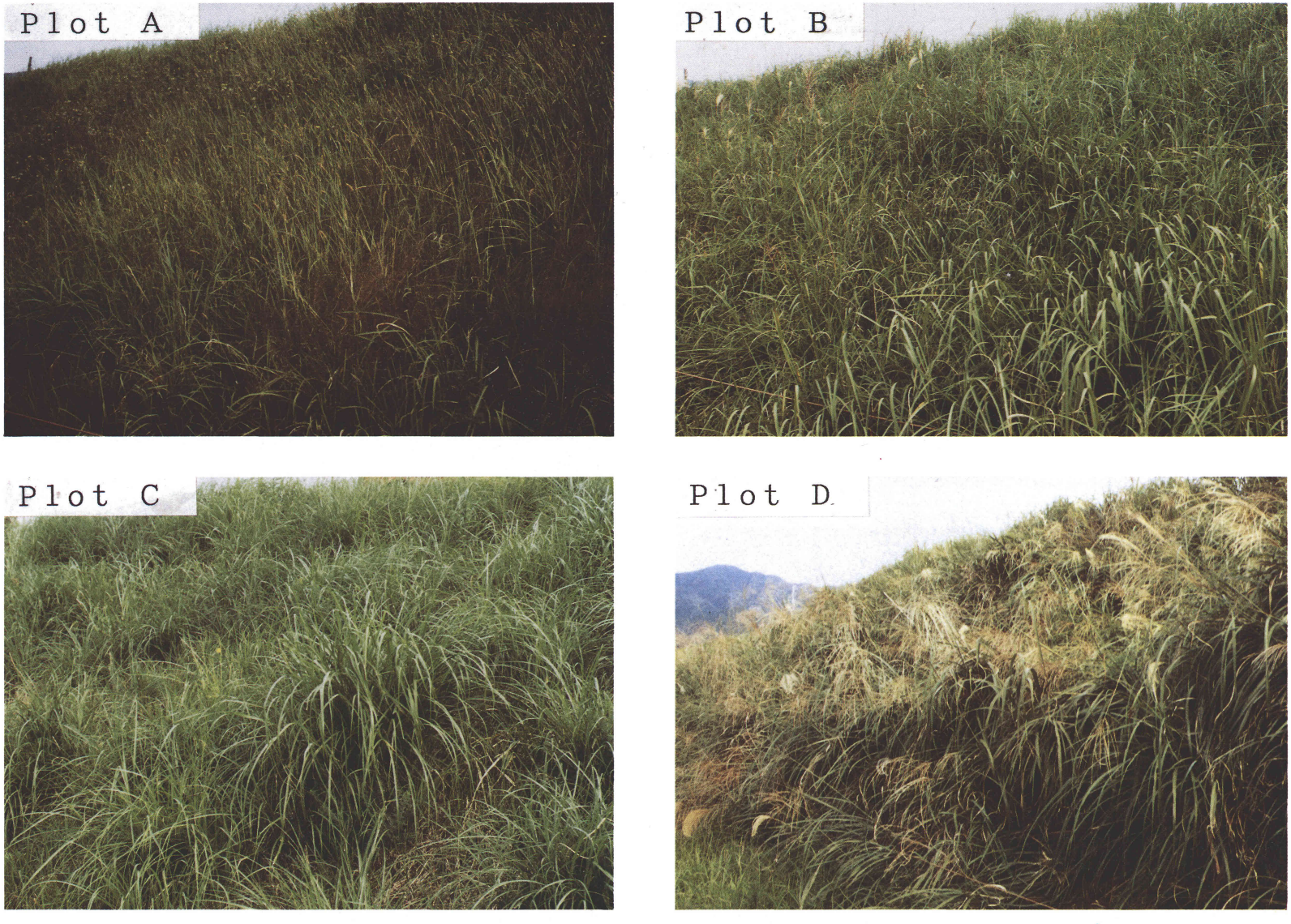

Plate 1. Aspects of each plot in October 1988.

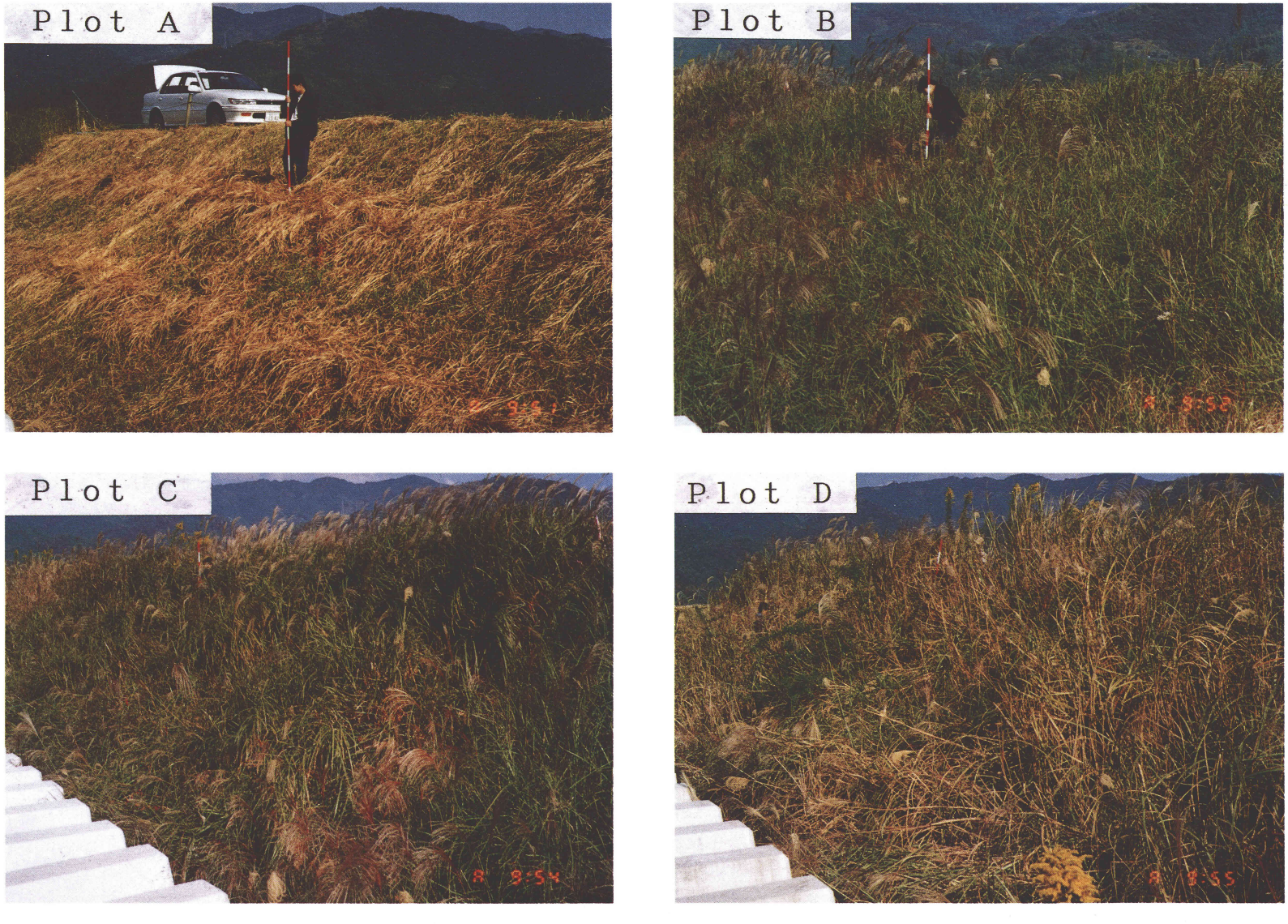

Plate 2. Aspects of each plot in October 1991.