

環境保全および環境創造に向けてのチガヤ群落の活用

服部 保¹⁾・浅見佳世²⁾・赤松弘治²⁾

¹⁾兵庫県立人と自然の博物館 生物資源研究部 ²⁾里と水辺研究所

Application of *Imperata cylindrica* Community for Conservation and Creation of the Environment

Tamotsu HATTORI¹⁾, Kayo ASAMI²⁾ and Hiroji AKAMATSU²⁾

¹⁾ Division of Biological Resources, Museum of Nature and
Human Activities, Hyogo, Yayoigaoka 6, Sanda, 669-13 Japan

²⁾ Institute of Rural & Urban Ecology, Higashinakajima
4-11-32-602, Higashiyodogawa-ku, Osaka, 533 Japan

Abstract

In order to use *Imperata cylindrica* (Chigaya) for the conservation and creation of the environment, current studies on *Imperata cylindrica* in taxonomy, autoecology, phytosociology, weed science, agrostology etc. are reviewed and discussed. *Imperata cylindrica* is a harmful weed widely distributed from the tropical zone to the temperate zone of the world.

In Japan, the range of the species is from Okinawa to Hokkaido. The species is divided into two varieties based on the presence or absence of hairs on the node of culm. One is var. *koenigii* and the other is var. *cylindrica*. *Imperata cylindrica* type grassland are classified into five phytosociological classes, Miscanthetea sinensis, Glehnietea littoralis, Viticetea rotundifoliae, Artemisietea principis and Chenopodieta. *Imperata cylindrica* grassland belonging to Miscanthetea sinensis are developed on embankment slopes, river terraces, roadside along paddy fields etc. where weeding by cutting is carried out two or three times a year. This weeding grassland is reported as a new community, *Imperata cylindrica*-*Erigeron annuus* community which is characterized by the presence of *Erigeron annuus*, *Ixeris dentata* et al. It seems that this community is available as soil binder on embankment slopes, a model of wild flowers for landscaping and as grassland biotope.

Key Words: biotope, *Imperata cylindrica*, landscape, weeding grassland, wild flower

はじめに

チガヤはススキやシバとならんで我が国の半自然草原の構成種としてまた畑地、路傍、畔、法面の雑草としてきわめて普通の植物であり、強害草としても有名である。しかし近年チガヤの優れた土壌緊縛力、景観性、風土性あるいは多くの種との共存性などから、斜面緑化材料としての利用や

環境教育およびビオトープを目指した野草園素材として用いる試みが始められている。今後、上記のような環境面での利用が増大する可能性が大であり、チガヤに関する研究の現状や問題点の分析はその第一段階として重要と考えられる。

チガヤに関する研究は分類学に始まり、種生態学、個体群生態学、草地学、雑草学、植生学、造園学など多岐にわたっているが、松村（1987）の

チガヤの生態及び利用に関連した文献目録以外、チガヤの利用特に環境面での応用を中心にした総説的な論文はまだ報告されていない。

著者らは1986年より河川における各種群落の現状や河川堤防におけるチガヤ群落の動態およびチガヤ群落の維持・管理や育成に関する研究を進めている(浅見ら,1994a,b,c;小館ら,1994;服部,1987a,b,1988;服部・武田,1991;服部ら,1990,1993など)。本論文では我々の研究の途中経過を概説するとともにチガヤに関する様々な研究を総合的に紹介し、チガヤ群落の造園のおよび環境面での利用を目指し、その群落の維持・管理や形成に向けての今後の課題を報告するものである。

チガヤの分類学的位置

チガヤはイネ科(Graminae),キビ亜科(Panicoideae),ヒメアブラススキ連(Andropogoneae),チガヤ属(*Imperata*)に属している(長田,1989)。チガヤ属の構成種数はまだ確定しておらず、研究者によって違いがあり5から10種と報告され(大井,1965;初島,1975;Tsvelev,1984;Clayton and Renvoize,1986),熱帯を中心に冷温帯まで広がっている。このうちチガヤ(*Imperata cylindrica*(L.)Beauv.)は2つの雄ずいと黒紫色の柱頭によって他種から区分され、国内では沖縄から北海道まで分布し(Honda,1930;牧野,1940;北村ら,1964;大井,1965;初島,1975;Tsvelev,1984;長田,1989),国外ではアジア,アフリカ,オーストラリア,ヨーロッパ,北アメリカ(帰化)に広くみられる(Tsvelev,1984;長田,1989)。広分布域種の一般的傾向として種内には多様な変異があり、チガヤにも様々な種内分類群が記載されている。国内では稈の節の毛の有無で有毛品のチガヤ(フシゲチガヤ)と無毛品のケナシチガヤが区分されている。国産の2タイプのチガヤの取り扱いについては研究者により違いがあるが(Table1),変種レベルとして区分される場合が多く、チガヤ(フシゲチガヤ)にはvar. *koenigii* (Retz.) Durand et Schinz (Honda,1930;牧野,1940;北村ら,1964;大井,1965;長田,1989),またはvar. *major* (Nees) Hubb. (初島,1975)が用いられ、ケナシチガヤにはvar. *genuina* Durand et Schinz

(Honda,1930;牧野,1940)やvar. *cylindrica* (大井,1965;長田,1989)が適用されている。なおHonda(1930)はケナシチガヤ(var. *genuina*)をforma *typica* Hondaとforma *pallida* Hondaに二分したが、Tominaga *et al.* (1989a)は両者の識別は不可能としている。

一方北村ら(1964)は両者の差は品種レベルにあたるものとしてケナシチガヤにvar. *koenigii* forma *pallida* Hondaをあてている。

それに対してTsvelev(1984)は両種を亜種のsubsp. *koenigii*とsubsp. *cylindrica*として記載し、両亜種の分布域は多少異なるが両亜種とも日本国内,中国,南アジア,中央アジア,アフリカなどに分布するとしている(熱帯のアランアランもsubsp. *koenigii*として扱われ日本のチガヤと同じ亜種ということになる)。

以上のようにチガヤの分類についてはまだ十分まとめられておらず、次章で述べる種生態研究も含めて今後の研究が必要と思われるが、チガヤとケナシチガヤの関係については変種レベルとする研究者が多いので、本論文では変種として取り扱い、学名等についてはTsvelev(1984)を参考にチガヤにはvar. *koenigii*,ケナシチガヤにはvar. *cylindrica*を用いた。

種生態・個体群生態研究

1. 種分化

松村を中心とする研究グループは岐阜県西南から愛知県北部の濃尾平野一帯に分布するチガヤの開花期の異なる2種のバイオタイプに注目し、これら早生型および普通型の種生態学的な研究を進めている。彼らは、植生による生育地特性(松村・行村,1980),結実率及び発芽性(Matamura *et al.*,1983),地下水位の異なる条件下での実生の初期生育(松村ら,1984),実生3年目群落の年生活環(松村・中島,1988),異なる温度条件下における実生の初期生育(Matamura and Akikawa,1989)などの点から両者を比較し、早生型と普通型は開花期の相違や、節毛の有無(早生型は無毛,普通型は有毛)という差があるだけでなく、他の形態的な点や生理・生態的な面で多くの相違があることを示した。それによると、早生型は普通

Table 1. Scientific name of Chigaya.

	Chigaya (チガヤ)	Kenashichigaya (ケナシチガヤ)
Honda (1930)	<i>Imperata cylindrica</i> var. <i>koenigii</i>	<i>Imperata cylindrica</i> var. <i>genuina</i>
Makino (1935)	<i>I. arundinacea</i> var. <i>koenigii</i>	<i>I. arundinacea</i> var. <i>genuina</i>
Makino (1940)	<i>I. cylindrica</i> var. <i>koenigii</i>	<i>I. cylindrica</i> var. <i>genuina</i>
Kitamura <i>et al.</i> (1964)	<i>I. cylindrica</i> var. <i>koenigii</i>	<i>I. cylindrica</i> var. <i>koenigii</i> f. <i>pallida</i>
Ohi (1965)	<i>I. cylindrica</i> var. <i>koenigii</i>	<i>I. cylindrica</i> var. <i>cylindrica</i>
Hatusima (1975)	<i>I. cylindrica</i> var. <i>major</i>	—————
Tsvelev (1984)	<i>I. cylindrica</i> subsp. <i>koenigii</i>	<i>I. cylindrica</i> subsp. <i>cylindrica</i>
Osada (1989)	<i>I. cylindrica</i> var. <i>koenigii</i>	<i>I. cylindrica</i> var. <i>cylindrica</i>

型に比べ、穎果の大きさや重さ、結実率の高さ、発芽可能温度域の広さ、発芽速度の速さでより優っており、また早生型は水田の畔、低湿地、造成地など湿性か攪乱のあった立地に、普通型は堤防、河川敷、鉄道敷、路傍などの乾性で比較的安定した立地に多いとしている。さらに早生型は普通型に較べて、広い温度域で実生の生育が可能であることを示している。松村ら(1984)は Dr. Clayton のチガヤの種以下の同定は不可能という同定結果をもとに、両タイプに変種名を適用していないが、前述の分類基準によると早生型はケナシチガヤ (var. *cylindrica*)、普通型はチガヤ (var. *koenigii*) となる。

富永らの研究グループは国内全域のチガヤの集団および紀伊半島のチガヤの集団を対象に種生態学研究を続けている。国内の地理的変異に関する研究では、国内402ヶ所から採集したチガヤを栽培し、外部形態、生活史における変異、現存量を調査した (Tominaga *et al.*, 1989a; 富永, 1993)。彼らは国産のチガヤを稈の節毛の有無、冬季の地上部の状態、出穂期、地理的分布などにより、以下の3群に区分した。第一は節毛がなく、開花期の早い中部日本の高地から東北北部、北海道に分布する一群、第二は節毛があり東北以南から屋久島に広がる一群、第三は節毛があり、冬季も地上部が枯死しない奄美大島以南を分布域とする一群

で無毛の一群には var. *genuina* を有毛の群には var. *koenigii* を適用している。また個体の大きさや生活史に関して冬季の温度変化にともなうクラインを認め、北方産ほど小型で出穂および地上部枯死の月日が早くなる傾向を報告している。

紀伊半島の集団を用いた研究では紀伊大島における各種立地条件下のチガヤの集団間および集団内変異 (Tominaga *et al.*, 1989b, d)、チガヤ型草原の現存量の季節変化 (Tominaga *et al.*, 1989c) を調査し、紀伊大島の集団間には草丈、全乾重、分株数、総根茎長などに有意な差があり、これらの差は先駆者効果と定着後の選択圧の質的および量的差異に起因するものと推定している。また海岸前線に位置する砂丘上の集団は内陸部の集団に較べて結実率、花粉稔性率、草丈、全乾物重、根茎の直径、苞穎長などで差があり、それらは地上部の刈り取り、他種との競合の程度、潮風の影響などの選択圧によるとしている。

松村グループおよび富永グループの一連のチガヤの研究では、両者とも稈の節毛の有無という分類の基準が他の形態や生理・生態的な違いとよく対応していることを報告している (Tables 2 and 3)。形態的には松村グループの早生型は富永グループの var. *genuina* (*cylindrica*) に、普通型は var. *koenigii* にあたるものと考えられるが、富永グループは両タイプを地理的あるいは気候的生態型、松

村グループは土性的生態型とみなしているようである。Tominaga *et al.* (1989a) は濃尾平野一帯では var. *genuina* (*cylindrica*) の分布を確認していないが、濃尾平野の早生型 (松村・行村, 1980) が Tominaga *et al.* (1989a) の var. *genuina* (*cylindrica*) と同一であるとする、両タイプは地理的・気候的生態型であると同時に土性的生態型でもあることになる。 *I. cylindrica* には地理的・気候的にもクラインがあること (Tominaga *et al.* 1989a), 紀伊大島という小地域においても集団間にかなりの変異があること (Tominaga *et al.* 1989b), 早生型と普通型両者に遺伝的異質性がかなり高いこと (Matumura and Akikawa, 1989) さらにイラクやマレーシアなど海外でも形態の変異の存在が報告されていること (Al-Juboory and Hassawy, 1980; Santiago, 1976) などを考え合わせると *I. cylindrica* は遺伝的にも非常に多様であり様々な環境に複雑に適応しているのかもしれない。国外の *I. cylindrica* の生態・変異などの

比較研究も含めて今後の種生態学研究に期待される点が多い。

2. 個体群・根系

深川・田川 (1983) はチガヤ個体群の種子と地下茎による増殖について予備的な調査を行い、根本 (1983) は東北タイにおいて現存量などの調査を行っている。内藤・飯泉 (1976) は沖縄県の南西諸島でチガヤの分散と生産構造を調査し、その概要を報告している。

根系については矢野の一連の研究がある (矢野, 1960, 1977; Yano, 1962)。それによるとチガヤの根系は多軸性の不定根型 (Rm4) として類型化され、地下茎は径 2~3 mm, 各節より 1~3 分岐して地表面下 0~45cm を走り、側根は径 0.5~1 mm, 長さ 5~20cm で下向きまたは斜下向するとまとめられている。Tominaga *et al.* (1989c) は、チガヤの根茎は地表面下 10cm までに全量の 80% が分布し、深いものは 30cm に達していると報告して

Table 2. Characteristics of the hairy type of *Imperata cylindrica* (var. *koenigii*).

	Name	Hairs on node	Distribution	Habitat	Color of stigma	Plant size	Emergence	Heading	Size of caryopsis
Matumura <i>et al.</i>	C-type	Presence	Nohbi Plain	Dry	—	Large~Medium	March	May	Small
Tominaga <i>et al.</i>	var. <i>koenigii</i>	Presence	Tohoku to Kyushu	—	Purple	Large~Medium	March	May	—

Table 3. Characteristics of the glabrous type of *Imperata cylindrica* (var. *cylindrica*).

	Name	Hairs on node	Distribution	Habitat	Color of stigma	Plant size	Emergence	Heading	Size of caryopsis
Matumura <i>et al.</i>	E-type	Absence	Nohbi Plain	Wet	—	Large~Medium	March	April	Large
Tominaga <i>et al.</i>	var. <i>genuina</i>	Absence	Hokkaido Tohoku	—	Purple	Small	April	April	—

いる。チガヤの根茎の分布状態は土壤条件、共存する植物種などによって大きな違いがみられるが、Tominaga *et al.* (1989c) が報告しているように年間を通じ全乾物量の40~50%を占め、多量の同化産物を蓄積している根茎は旺盛な繁殖力の源になっているようである。

群 落 研 究

1. チガヤ群落の大分類

チガヤ群落の種類組成については種生態学的研究の中でも調査されているが(松村・行村,1980; Tominaga *et al.*,1989c), 多くは植物社会学的研究として調査されている。チガヤは今まで述べてきたように非常に多様な立地に生育が可能であり、また、たいへん多くの種と共存できる。そのためチガヤは植物社会学上の各種群落単位に出現するが、チガヤの出現頻度が高くまた優占度の高い植生を植物社会学上の最上級単位のクラスで示すと、自然植生の海岸砂丘草本群落(ハマボウフウクラス, *Glehnetea littoralis* Ohba, Miyawaki et Tx. 1973) および海岸砂丘矮生低木群落(ハマゴウクラス, *Viticetea rotundifoliae* Ohba, Miyawaki et Tx. 1973), 半自然植生の採草地・放牧地草原(ススキクラス, *Miscanthetea sinensis* Miyawaki et Ohba 1970), 路傍植物群落(ヨモギクラス, *Artemisietea principis* Miyawaki et Okuda 1972), 畑耕作地雑草群落(シロザクラス, *Chenopodietea Br.-Bl.* 1951) の5クラスである(Table 4)。

5クラスの中でも採草地・放牧地草原(ススキクラス)と海岸砂丘草本群落(ハマボウフウクラス)・海岸砂丘矮生低木群落(ハマゴウクラス)にチガヤの分布量が多いので以下にとりあげた。

2. ススキクラスに属するチガヤ群落

国内に分布する採草や放牧による半自然草原は優占種によってササ型, ススキ型, チガヤ型, シバ型, ギョウギシバ型, ネザサ型, ワラビ型などに区分されているが(沼田, 1965a, b, 1966, 1975; 沼田・大賀, 1976; 嶋田ら, 1973; 岩城, 1971), このうち本論文の主題であるチガヤ型と代表的な草原型であるススキ型, シバ型についてふれたい。この三者の関係について, 大迫(1937)は生物的

攪乱の少ない順にススキ期, チガヤ期, シバ期を認め, 猶原(1965)も刈り取り頻度の少ない順にススキ群落, チガヤ群落, シバ群落が成立することを報告している。さらに菅原ら(1976)も南西諸島のススキ型, チガヤ型, コウライシバ型草原の調査から放牧圧との対応関係と同様の結論を報告している。以上のようにチガヤ型はススキ型とシバ型の中に位置する中程度の攪乱に対応した草原と考えられるが, 前述の大迫(1937), 猶原(1965), 菅原ら(1976)以外には後で述べるような理由からチガヤ型がとりあげられたことは少ない。

植物社会学上ではチガヤ型草原はススキ型, シバ型などとともにススキクラスにまとめられている(Miyawaki und Ohba, 1970)。ススキクラスは, 採草や火入れ条件下に成立するススキ型草原を主体としたススキオーダー(*Miscanthetalia sinensis* Miyawaki et Ohba 1970)と放牧地のシバ型草原であるシバスゲオーダー(*Caricetalia nervatae* Suganuma 1966)に二分されている(Miyawaki und Ohba, 1970; Suganuma, 1966, 1967)。チガヤ型草原はススキオーダーに含まれることが多い(Fig. 1)。

ススキオーダーにはいくつかの群団が報告されている。鈴木・阿部(1959)は九州の草原の調査からススキ群団(*Miscanthion sinensis* Suz.-Tok. et Abe, 1959)を記載し, 菅沼(1976)および菅沼・内藤(1976)は九州以北に分布するススキートダシバ群団(*Arunudinello-Miscanthion sinensis* Suz.-Tok. et Abe ex. Suganuma 1976), 南西諸島のススキーナガバカニクサ群団(*Lygodio-Miscanthion sinensis* Suganuma 1976), 同じく南西諸島のチガヤ群団(*Imperation cylindrica* Suganuma et Naito 1976)の3群団を報告している。宮脇ら(1983)は九州以北のススキートダシバ群団と南西諸島のススキーナガバカニクサ群団の2群団を認め, Itow(1974)は西日本の草原調査からススキ型草原にススキ群団をあてている(オーダーは未記載)。チガヤ型草原は南西諸島でチガヤ群団(菅沼・内藤, 1976)としてまとめられているが, 本土ではススキ群団(=ススキートダシバ群団)に含まれている。

群集レベルではチガヤ型草原として南西諸島の

放棄畑あるいは採草地、放牧地よりチガヤ-ハイマキエハギ群集 (Desmodio triflori-Imperatetum cylindrica Okuda 1989), チガヤ-スズメノコビエ群集 (Paspalo-Imperatetum cylindrica Suganuma et Naito 1976), チガヤ-カタバミ群集 (Oxalido-Imperatetum cylindrica Suganuma et Naito 1976)

が記載されている (奥田, 1989b; 菅沼・内藤, 1976; 菅沼, 1983). 九州以北からは単位未決定の群落としての報告は多数あるが群集の報告はない (Table 4).

採草地・放牧地草原のチガヤは完全に優占化すると相観的にシバ型草原やスキ型草原ときわめ

Table 4. Phytosociological treatment of the *Imperata cylindrica* type associations and communities.

●Miscanthea sinensis Miyawaki et Ohba 1970 (スキクス)

*Miscanthalia sinensis Miyawaki et Ohba 1970 (スキオター)

◎Miscanthion sinensis Suz.-Tok. et Abe 1959 (スキ群団)

○*Imperata cylindrica* var. *koenigii*-*Miscanthus sinensis* Comm.

(チガヤ-スキ群落; Minowa, 1980; Itow, 1981; Murakami, 1986; Ohba et al. 1988)

○*Imperata cylindrica* var. *koenigii*-*Osbeckia chinensis* Comm. (チガヤ-ヒメホト群落; Okuda, 1980)

○*Imperata cylindrica* var. *koenigii* Comm. (チガヤ群落; Itow, 1983)

○*Imperata cylindrica* var. *koenigii*-*Erigeron annuus* Comm. (チガヤ-ヒメジョオン群落; Asami et al. 1994)

◎Lygodio-Miscanthion sinensis Suganuma et Naito 1976 (スキ-チガヤカク群団)

◎Imperation cylindrica Suganuma et Naito 1976 (チガヤ群団)

○Desmodio triflori-Imperatetum cylindrica Okuda 1989 (チガヤ-ハイマキエハギ群集)

○Paspalo-Imperatetum cylindrica Suganuma et Naito 1976 (チガヤ-スズメノコビエ群集)

○Oxalido-Imperatetum cylindrica Suganuma et Naito 1976 (チガヤ-カタバミ群集)

●Glehnietea littoralis Ohba, Miyawaki et Tx. 1973 (ハマホウウクス)

○*Imperata cylindrica* var. *koenigii* Comm. (チガヤ群落; Suzuki, 1981, 1984, 1985, 1987)

○*Imperata cylindrica* var. *koenigii*-*Calystegia soldanella* Comm. (チガヤ-ハマヒルガオ群落; Kim, 1986)

●Viticetea rotundifoliae Ohba, Miyawaki et Tx. 1973 (ハマドウクス)

* Viticetalia rotundifoliae Ohba, Miyawaki et Tx. 1973 (ハマドウオター)

◎Ischaemo-Viticion rotundifoliae Ohba, Miyawaki et Tx. 1973 (ケガレハシ-ハマドウ群団)

○Imperato cylindrica-Vitacetum rotundifoliae Ohba, Miyawaki et Tx. 1973 (チガヤ-ハマドウ群集)

●Artemisietea principis Miyawaki et Okuda 1972 (ヨモギクス)

○*Imperata cylindrica* var. *koenigii*-*Artemisia princeps* Comm. (チガヤ-ヨモギ群落; Murakami, 1981)

●Chenopodietea Br.-Bl. 1951 (シロサクス)

Mowing grassland (採草地草原) <i>Miscanthus</i> type (ススキ型)	Weeding grassland (除草地草原) <i>Imperata</i> type (チガヤ型)	Grazing grassland (放牧地草原) <i>Zoysia</i> type (シバ型)
<i>Miscanthalia sinensis</i> (ススキオーダー)		<i>Caricetalia nervatae</i> (シバスケオーダー)
<i>Miscanthea sinensis</i> (ススキラス)		

Fig. 1. Schematic illustration of three grassland types and the phytosociological ranks of these types.

て明瞭に区分できる。また昭和26年調査時の草原面積は1,425,375haでススキ型が335,000ha、チガヤ型が213,000ha、シバ型が426,000ha分布していたといわれており(三井,1967)、チガヤ型の占める割合は低くはない。しかしながら、前述したようにチガヤ型はススキ型とシバ型の間位置する中程度の攪乱に対応した草原のため、種類組成も攪乱の程度に応じてススキ型かシバ型のどちらかのタイプに類似しやすい。一般的にはススキ型とよく似ているために本土のチガヤ型草原はススキ型草原に含められ、「ススキ」の名を冠したいくつもの群集にまとめられている。チガヤの旺盛な生育がみられる沖縄県まで南下して始めて、相観だけでなく組成的にも特有のチガヤ型の群集がススキ型の群集より区分されている(菅沼・内藤,1976;奥田,1989a,b)。なおチガヤが必ずしも優占しているわけではないが、チガヤの名をもつ亜群集としてススキ・ネザサ群集のチガヤ亜群集が九州より報告されている(Itow,1974)。

チガヤの優占する草原は河川堤防・高水敷、畔、ため池堤防などにもみられる(松村グループの研究対象となったチガヤはこのような立地のものである)。特に河川堤防の法面には広大な面積のチガヤ型草原が成立しており、特異な組成をもつ群落として報告されている。(伊藤,1983;中西ら,1985;大場ら,1988)。浅見ら(1989,1991,1994b)は、このようなチガヤ型草原を調査し、春季のカスマグサ組成群と秋季のエノキグサ組成群という

明瞭な季節相をもつこと、シロザクラス(畑耕作地雑草群落)の種を多く含むこと、一年生植物が多いこと、帰化率が高いことなどのススキ型の群集にはみられない特異的な組成を持つことを明らかにするとともに、この草原をチガヤ・ヒメジョオン群落としてまとめている(Table5)。本群落はススキ群団、ススキオーダー、ススキラスの標微種、識別種を含むので上級単位はそれらに位置づけられるが、「年1回の採草(Mowing)条件」下に成立する「ススキ型群集」に対して、「年2、3回の刈り取り除草(Weeding)条件」下に発達する「チガヤ型の新群集」として位置づけられる可能性を持つ(浅見ら,1994b)。ススキ型、チガヤ型、シバ型の各草原と攪乱条件を対応させると、現時点ではFig.1に示したように「採草地草原」=「ススキ型」、「除草地草原」=「チガヤ型」、「放牧地草原」=「シバ型」というようにまとめられる。

将来、生産機能を失った採草地草原や放牧地草原は激減し、様々な環境的な視点(危急種の保全、種多様性の保全、ビオトープ、堤防管理、景観管理、美観の維持、安全性の確保、土壌保全、観光など)から維持される刈り取り草原が一般的となる可能性が高い。その時には「除草地草原」というより各種の環境機能を担う「環境草原」として位置づけられ、ススキ型、チガヤ型、シバ型は草刈り頻度に対応した草原型と認められるかもしれない。この問題については今後も検討を加えたい。

Table 5. Summarized table of *Imperata cylindrica* var. *koenigii*-*Erigeron annuus* community.

Community	I								II							
	Spring								Autumn							
	A	B	C	D	E	F	G	H	A	B	C	D	E	F	G	H
Number of releve	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Differential species of <i>Imperata cylindrica</i> var. <i>koenigii</i> - <i>Erigeron annuus</i> community																
<i>Imperata cylindrica</i> var. <i>koenigii</i>	V 3	V 2	V 3	V 3	V 3	V 3	V 3	V 2	V 5	V 5	V 4	V 3	V 3	V 4	V 4	V 4
<i>Artemisia princeps</i>	V 1	V 1	V 1	I +	V 1	V 1	IV 1	V 2	V 1	IV 1	III 1	III 1	V 1	I +	V 1	V 1
<i>Equisetum arvense</i>	IV 2	V 4	V 3	IV 1	V 5	V 3	V 1		III 1	V 1	V 2	V 1	V 1	V 1	V 1	I +
<i>Arundinella hirta</i>	II +	V 1	I +	V 1	II +	IV 1	III 1		V 1	IV 1	I +	V 2	V 1	V 1	V 1	V 1
<i>Vicia angustifolia</i>	III 1	IV 1	V +	III +	V 1	IV 1	II 1		V +	IV +	V +	II +	IV +	I +	III +	I +
<i>Erigeron annuus</i>		V 1	V 1	I +	V +	V 1	I 1		V 1	V 1	V 1		I +	IV +	V 1	I +
<i>Oxalis corniculata</i>	I +	II +	V +	V +	II +	III 1	V 1		I +	V +	I +	V 1	II +	V 1	V 1	I +
<i>Lysimachia japonica</i>		I 1	V 1	II +	V +	II +	III +			IV 1	V +	V +	IV +		III +	I +
<i>Rumex acetosa</i>	V 1	III 1	V 1	III +	V 1	V 1	V 1		V 1	V 1		V +	I +	V 1	I +	I +
<i>Cirsium japonicum</i>		V 1	V 1	III +	III 1	V 1	V 1	V 2		V 1		IV +	I +	I +	V +	IV 1
<i>Erigeron sumatrensis</i>		V 2	I +	IV +	I +	I +			II +	V +	I +			II +	I +	I +
<i>Ixeris dentata</i>		V +	III 1	IV +	V 2	V 1	IV 1	I +		V 1	II +		IV +	I +	I +	I +
<i>Solidago altissima</i>	I +	III 1	III +	II 1	II +	II +			II 1	III +	IV 1	IV 1				
<i>Miscanthus sinensis</i>	I +		IV 1	V 2	IV 1	I 1	IV 1				V 2	IV 1	III 1		V 2	
<i>Lespedeza pilosa</i>				V 1	V 1	III 1	II 1		II +			IV 1	III +	V 1	I 1	I 1
<i>Lotus corniculatus</i> var. <i>japonicus</i>		I +	V 3	V +		I 1						IV 1	V +	I +	I +	II +
<i>Luzula capitata</i>	V 1	V 1		V 1	V +	V 1	V 1		IV 1			V 1	IV +			
<i>Viola mandshurica</i>		IV 1		V +	V 1	V 1					I +	V +	I +	V 1	V 1	V 1
Differential species of <i>Vicia tetrasperma</i> lower unit																
<i>Vicia tetrasperma</i>	I +	III +	IV +	III 1	V 1	V 1	I +									
<i>Veronica arvensis</i>	V +	V +	V +	V +	IV +	IV 1										
<i>Briza minor</i>	IV +	V 1	V +	V +	I +	IV +	V 1									
<i>Cerastium glomeratum</i>	III +	II +	V +		II +	II +										
<i>Agropyron racemiferum</i>	III 1	V 1	III +		II +	III 1										
<i>Trisetum bifidum</i>	III +	II 1	V 1	III +	I +											
<i>Sedum bulbiferum</i>		IV +		II +	V 1	I 1										
<i>Veronica persica</i>	I +	IV +			II +											
<i>Festuca myuros</i>	II +	V 1	I +													
<i>Gnaphalium affine</i>		I +	IV +													
<i>Sisymbrium altissimum</i>	IV +					I 1										
Differential species of <i>Acalypha australis</i> lower unit																
<i>Acalypha australis</i>	II +		I +			III 1			V 1	IV +	I +	IV 1	II +	I +	I +	IV +
<i>Setaria glauca</i>									IV 1	II 1	V +	V 1	I +	II 1		
<i>Justicia procumbens</i> var. <i>leucantha</i>				II +					I +	V 1	V 1			II +	II +	
<i>Phyllanthus ussuriensis</i>										II +	III 1			I +	III +	
<i>Digitaria adscendens</i>		III +							III +	II +	I +				II +	
<i>Paspalum thunbergii</i>											I +	IV +		III +		
<i>Setaria faberi</i>									V 1		II +					
<i>Phyllanthus urinaria</i>											IV 1					I +
Companions																
<i>Zoysia japonica</i>	I +			V 2		III 1	III 1		I +			V 3	V 2	V 3		
<i>Trifolium repens</i>		V 3	III +	II +	I +					I +	V 2	V +	II +			
<i>Rosa multiflora</i>	I 1	I +		II +	II 1	III 1				II 1	I +				III +	
<i>Youngia japonica</i>		V 1	II +		I +	V 1	I 1			III +	I +			III 1		
<i>Lactuca indica</i> var. <i>laciniata</i>		IV +		II +	I +	I 1				V 1		III 1		II +	I +	
<i>Commelina communis</i>	I +					I +			I +		I +	I +	I +	II +	II +	
<i>Calystegia japonica</i>	IV +					I +	III 1		I +	III +			I +		I +	
<i>Picris hieracioides</i> var. <i>glabrescens</i>	I +	II +		IV +	IV +				III +			V +	V +			
<i>Aster ageratoides</i> var. <i>ovatus</i>	I +			II +	V 1	I 1	V 1					III +			IV +	
<i>Hydrocotyle sibthorpioides</i>				V 1	V 4	V 1						V 1	I +	V 1		
<i>Rubus parvifolius</i>				II +	III 1	I +	V 1					II 1			IV +	
<i>Erigeron canadensis</i>	III 1	V +							V +	III +			II +		I +	
<i>Polygonum cuspidatum</i>	I 1			II +			V 2				IV 1	I 1			V 1	
<i>Geranium carolinianum</i>		I +	V +	IV +		I +	III 1				II +					
<i>Ranunculus japonicus</i>				II +	III +	V 1									II +	I +
<i>Galium spurium</i> var. <i>echinospermon</i>	I +		IV +	II +		I 1			III +							
<i>Trifolium dubium</i>		I +	IV 2	IV 1		I +					IV +					
<i>Indigofera pseudo-tinctoria</i>				I +		I +							I +		I +	
<i>Vicia hirsuta</i>		I +	I +	I +		IV 1			I +							
<i>Potentilla kleiniana</i>		V 1		III +		II 1				III +			I +			
<i>Lespedeza cuneata</i>				V +	II +							V 1		V 1	I +	
<i>Kummerowia striata</i>				IV +		II +						I +		IV +	I +	
<i>Centella asiatica</i>				III 1		II +	III 1								I +	II +
<i>Taraxacum japonicum</i>		III +	I +						I +	IV 1						
<i>Galium gracilens</i>			V 1	V +	III +							V 1				
<i>Poa acroleuca</i>			V 2	V +			I +				V 1					
<i>Dianthus superbus</i> var. <i>longicalycinus</i>	II +			IV 1	II +							V 1				
<i>Clinopodium gracile</i>				I +		V 1						II +			II +	
<i>Spiranthes sinensis</i>			II +			III 1						I +				
<i>Paederia scandens</i> var. <i>mairi</i>					I +					I +						II +
<i>Miscanthus sacchariflorus</i>		I +		I +					II 1							
<i>Ampelopsis brevipedunculata</i>					I 1	I +							I +			
<i>Cynodon dactylon</i>						I +					II +		I +			
<i>Ajuga decumbens</i>						II +				II +	II +					
<i>Cyperus cyperoides</i>												I +			IV +	V +
<i>Trigonotis peduncularis</i>			I +	II +							I +					

I, *Vicia tetrasperma* lower unit; II, *Acalypha australis* lower unit; A, The Kizu R.; B, The Hyakken R.; C, The Yosino R.; D, The Niyodo R.; E and F, The Iii R.; G, The Oyodo R.; H, The Ayakita R.

3. ハマボウフウクラスおよびハマゴウクラスに属するチガヤ群落

海岸の砂丘地帯では海岸汀線から内陸に向かって潮水、潮風、砂などの影響に対応した各種群落が生息し、海岸線と平行に帯状に配列している (Fig. 2)。汀線では海岸汀線群落 (オカヒジキクラス, *Salsotetea komarovii* Ohba, Miyawaki et Tx. 1973) が広がり、その内陸側にはハマボウフウクラス、さらに内陸側にはハマゴウクラスが分布している。チガヤは海岸汀線には分布していないがハマボウフウクラス域の後方からハマゴウクラス域全体に広がり、時に純群落に近い状態となる。なお、Tominaga *et al.* (1989b) が研究に使用したチガヤはこのような海岸砂丘性のものである。

ハマボウフウクラスの中にはチガヤの名を冠した群落は報告されていないが、ハマヒルガオ、ハマエンドウ、ハマスゲ、コウボウシバ、ケカモノハシなどハマボウフウクラスの種を多く含むチガヤーハマヒルガオ群落 (金, 1986)、チガヤ群落 (鈴木, 1981, 1984, 1985, 1987) などが全国の海岸砂丘で報告されている。なお鈴木 (1981, 1984, 1985, 1987) はこのチガヤ群落をスキクラスに所属させているが、種組成より判断すると金 (1986) および本論文のようにハマボウフウクラスに所属させた方が理解しやすい。

一方ハマゴウクラスにはハマゴウで特徴づけられるチガヤーハマゴウ群集 (*Imperato cylindricae-Viticion rotundifoliae* Ohba, Miyawaki et Tx. 1973) が記載されている。チガヤーハマゴウ群集は屋久島から東北まで全国的に広がっている。(鈴木, 1980, 1981, 1982, 1983, 1984, 1985, 1987; 金, 1986)。

植物社会学的調査研究ではチガヤをすべて var. *koenigii* としているが、種生態学的研究では前述したようにチガヤは生態的にも生理的にも異なる2変種あるいは2型に区分されており、松村・行村 (1980) は群落の種類組成にも差を認めている。さらに Tominaga *et al.* (1989b) は var. *koenigii* を海岸のタイプと内陸のタイプに分け、その違いを報告しているが、これらの種生態学的視点からもチガヤ型草原の群落区分の再検討が必要であろう。

なおヨモギクラスに含まれるチガヤ型草原としてチガヤーヨモギ群落 (村上, 1981) が報告されている。

群落の動態・種多様性

スキの優占する群落については、種類組成、種多様性、遷移などの調査が数多く行われているが (Itow, 1963; 岩城ら, 1983; Mutoh *et al.* 1985; Iwaki *et al.* 1985)、チガヤでは 松村・行村

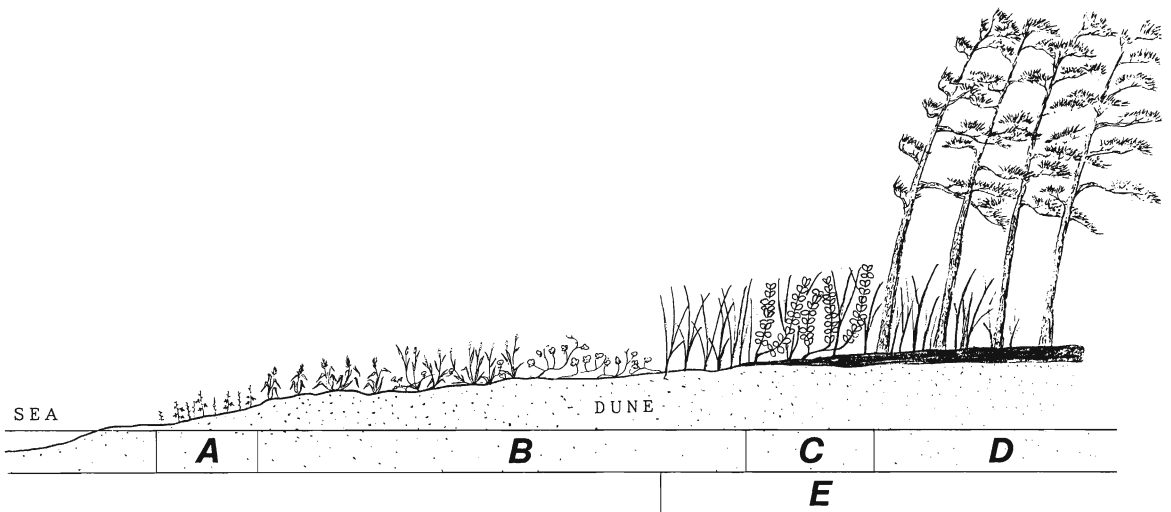


Fig. 2. Distribution of *Salsotetea komarovii* (A), *Glehnietea littoralis* (B), *Viticea rotundifoliae* (C), *Pinus thunbergii* forest (D) and *Imperata cylindrica* comm. (E).

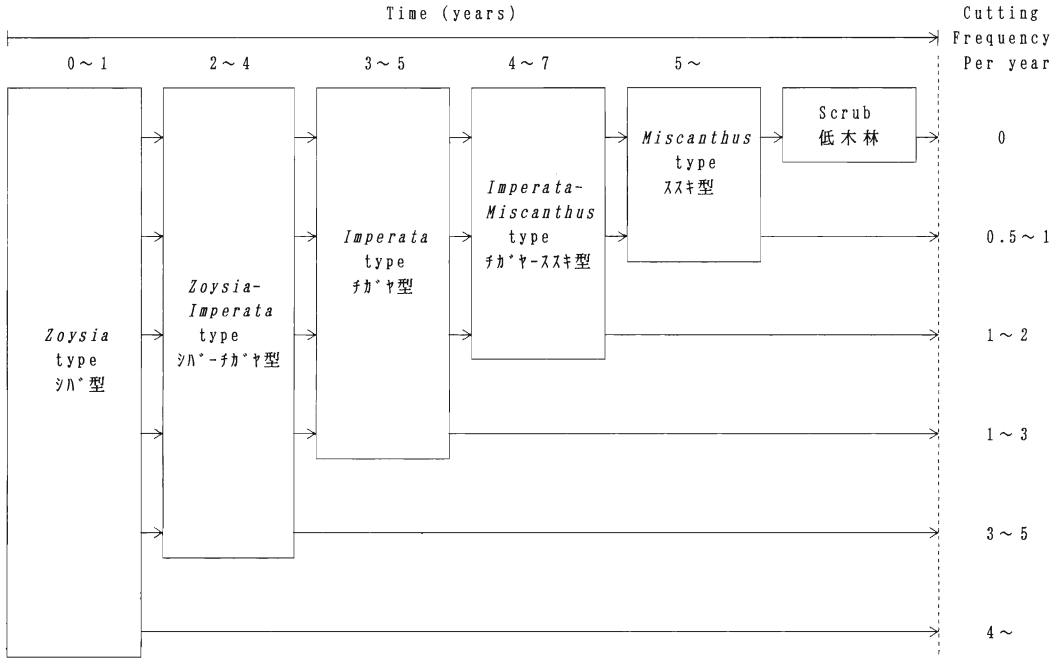


Fig. 3. Relationship of grassland types and cutting frequency on embankment slopes.

(1980), Tominaga *et al.* (1989c) などごく稀である。著者らは猪名川, 仁淀川, 那賀川の河川堤防において堤防植生の現状, 「張り芝」後の遷移の実態, 刈り取り除草頻度とチガヤ, ススキ, シバなど各種群落の関係, 除草頻度に対応したそれらの群落の種組成および種多様性の季節変化などを調査し, 河川堤防植生として望ましい群落タイプ, またその群落タイプの維持管理方法を検討してきた (浅見ら, 1994a,c; 小館ら, 1994)。

その結果, 数年間程度の無除草や1年に1回 (秋季) から2年に1回の除草ではススキ型, 1年に1回 (夏季) から2回ではチガヤススキ型, 1年に2回または3回ではチガヤ型, 1年に3回から5回ではシバーチガヤ型が成立することが明らかとなり, 堤防法面の「除草地草原」でも大迫 (1937) や猶原 (1965) が示した「採草地草原」の例のようにススキ型, チガヤ型, シバ型が攪乱頻度とよく対応していることが示された (Fig.3)。また除草頻度の増加と共に種類や種多様性は高くなり, 生活形は一年生植物が増加する傾向を示している。

現在, 国管理の一級河川の堤防では年2回 (部分的に年3回) の除草が実施されているが, この除草頻度のもとでもっとも発達するのがチガヤ草原 (チガヤ-ヒメジョオン群落; 浅見ら, 1994b) であり, 全国の河川でこの群落型が拡大している状況がよく理解できる。

河川堤防の植生の現状や除草頻度と種類組成・多様性との関係および河川堤防植生の管理指針について著者らは, 上述の三川の報告に未発表の百間川, 斐伊川, 重信川, 淀川, 琵琶湖, 木曽川, 大淀川などの調査結果を加えて今後総合的に研究を進めたい。

チガヤと文化

1. 文学

チガヤ群落の活用を考えるために日本人とチガヤの係りについて以下のように考察した。

チガヤ (茅草) はチ (茅), ツバナ (茅花) とよばれ, 丈の低いチガヤのことはアサチ (浅茅) と言われていた。チガヤは風土記に始まり, 日本

書紀, 万葉集, 古今和歌集, 枕草子, 源氏物語, 土佐日記, 蜻蛉日記, 更級日記, 新古今和歌集, 山家集, 金槐和歌集, 平家物語, 方丈記, 徒然草など多数の古典に載せられており (木村, 1988), 古くから日本人にはなじみ深い植物であったことがわかる。

万葉集には約150種の植物が詠まれチガヤ (26首) も含まれている (松田, 1970). チガヤの26首はススキの46首やヨシの50首に較べると少ないが, シバの3首よりははるかに多く, チガヤが万葉人に親しまれていた様子が推察される (Table 6). チガヤの歌には「浅茅人な刈りそね」, 「茅草刈り」など刈り取りが詠まれていること, ツボスミレ, クズ, ハギ, ススキ, コオロギ, ウズラなどの採草地草原性の生物が詠まれていること, 印南野 (兵庫県稲美町), 春日野 (奈良県奈良市), 吉隠 (奈良県初瀬町), 八田の野 (奈良県郡山市) などの内陸地点が詠まれていることなどから万葉集の浅茅原は海浜のハマボウフウクラスやハマゴウクラスの草原ではなくススキクラスの草原と推定される. すでに万葉時代にはススキ型草原と並んでチガヤ型草原が近畿一帯にかなり広がっていたようである. チガヤは牛馬の飼料や蓑, 編物, 蓆, 屋根葺などの原料として利用された他, 印南野, 春日野などがチガヤの歌枕として後世まで伝わっていることから考えると, 地域の景観要素としてもかなり意識されていたと思われる.

服部 (1987a, b) は万葉集の植物を植生別に整理し, 植生景観ごとに首数を集計し, それらを比較することによって万葉人の好む景観を探ろうとした. その結果をみると万葉人は照葉樹林や雑木林などの樹林よりも草原を好み, よく詠んでいる. 草原は品田 (1980) のいう開放的な景観性の他に, 美しい花を含むという美観性, 身近にあるという親近感や日常性, 明るさ, 他の要素との融合性 (月と草原, 雁と草原など) などの特徴を持つことから好まれたものと推定されるが, 草原の中でもチガヤ型は田畑の畔にもよく出現するためもっとも身近であったと考えられる. 万葉後もチガヤはよく用いられ, 枕草子では「草は浅茅. 茅花いとおかし. 浜茅の葉はましてをかし。」 (浜茅はハマボウクラス又はハマゴウクラスの海岸砂丘上のチガヤであろう). とあり, このようなチガヤへ

Table 6. Representative plants in Manyoshu.

Plants	No. of Tankas
<i>Lespedeza</i> spp.(ハギ類)	141
<i>Prunus mume</i> (ウメ)	118
<i>Pinus</i> spp.(マツ類)	79
<i>Phragmites australis</i> (ヨシ)	50
<i>Miscanthus sinensis</i> (ススキ)	46
<i>Prunus</i> spp.(サクラ類)	40
<i>Imperata cylindrica</i> (チガヤ)	26
<i>Dianthus superbus</i> var. <i>longicalycinus</i> (カワラナデシコ)	26
<i>Deutzia crenata</i> (ウツギ)	24
<i>Puerearia lobata</i> (クズ)	18
<i>Patrinia scabiosaefolia</i> (オミナエシ)	14
<i>Pleiblastus</i> spp.(ネザサ類)	10
<i>Platycodon grandiflorum</i> (キキョウ)	5
<i>Viola mandshurica</i> (スミレ)	4
<i>Atractylodes japonica</i> (オケラ)	3
<i>Zoysia japonica</i> (シバ)	3
<i>Kalimeris yomena</i> (ヨメナ)	2
<i>Eupatorium fortunei</i> (フジバカマ)	1
<i>Artemisia princeps</i> (ヨモギ)	1
<i>Pteridium aquilium</i> (ワラビ)	1

の親しみは古代より平安時代, 鎌倉時代, 江戸時代を経て近代・現代の俳句まで流れている.

2. 園芸・他

園芸的な視点で見るとチガヤは盆栽としても用いられている. チガヤの葉身の上半分が紅色になるものをベニチガヤといい, 古く江戸時代から観賞用に栽培されている (横井, 1984). チガヤは世界に広く分布するにもかかわらず園芸的に用いられたのは日本ぐらいであるが, アメリカの園芸家

により本国へ輸出され、Japanese bloodgrass (Blady grass) の名前で栽培されるようになった。現在では逃げ出して北アメリカの中西部に広がっている(浅井,1993)。海外ではこのチガヤの花をドライフラワーとしてよく利用するそうである(Tsvelev,1984)。

薬用としてはチガヤの根茎は茅根(ぼうこん)、白茅根とよばれ、消炎、利尿、止血薬として用いられる(木村・木村,1981)。その他、若い花穂や根茎はかすかに甘く、つい最近まで子供が菓子がわりや遊びとしてそれらを食べていた。また、ちまき(茅巻、粽)や茅の輪などはチガヤの葉を用いて作られたが、これらには呪力や魔除けの力をもつとされている(木村,1988)。このように宗教的な面にもチガヤは利用されている。

チガヤの活用

1. 防除から活用へ

有害雑草でもあるチガヤの防除や管理については荒井(1981)、有光(1982)、伊藤(1982)、伊藤ら(1982)、山田(1984)、建設省北陸地方建設局(1987)など多数の報告がある。熱帯のアランアランの繁茂地やゴルフ場のようにチガヤを除草対象として管理するべき所は現在も少なくないと思われるが、近年著者らや松村(1987)が述べているようにチガヤの利用、特に河川堤防法面の緑化資材としての利用や野草園・ピオトープとしての活用が考えられ始めている。チガヤの活用という視点から現在のチガヤに関する研究の現状と問題点にふれたい。

2. 飼料としての利用

チガヤはススキ、シバとならんで万葉時代以前より飼料として使用されていた。飼料としての特性は猶原(1965)によりすでにまとめられているが、近年猪ノ坂グループはチガヤを粗飼料資源として考え研究を進めている(猪ノ坂ら,1984;田中ら,1984;杉本ら,1984)。

3. 斜面緑化材料としての利用

(1) 概要

著者らは建設省の委託のもとに河川堤防植生の

実態を調査し、堤防法面への「張り芝」が短期間で高茎の多年生草本群落、特にチガヤ群落へと遷移していることを明らかにしてきた(服部,1987aなど)。また遷移したチガヤ群落は猶原(1965)が述べているように表層土壌の保持力等で優れており、除草対象と考えるのではなく逆に堤防法面への活用が望ましいことを示してきた(浅見ら,1994a,b,c;小館ら,1994;服部・武田,1991;建設省近畿地方建設局猪名川工事事務所,1987,1988,1989;建設省四国地方建設局高知工事事務所,1987,1988,1989,1990,1991,1992;建設省四国地方建設局四国技術事務所,1990,1991,1992,1993aなど)。また江崎グループも同じ視点から各種野草種の法面緑化材料としての適否を調査し、チガヤの有効性、特に根茎の強さという点でシバやティフトンに較べて優れていることやチガヤの堤防への植栽実験結果などを報告している(江崎ら,1990a,b,1992a,b,c,d,1993,1994a,b,c;江崎・櫻井,1991)。建設省四国地方建設局四国技術事務所(1993b)はチガヤの堤防法面への利用について総合的なまとめを行っている。

以上の調査の結果をみると堤防法面の緑化材料としてチガヤはたいへん有効であることがわかる。次に述べる野草園としてのチガヤ利用の場合と同じく、問題点は繁殖の方法であり、その方法として穎果(種子)の利用、株・根茎の利用、切断根茎の利用、組織培養の活用などがあげられる。種子の利用はもっとも一般的ではあるが種子採取方法、播種方法、播種量、播種時期などに不明な点が多く、また株・根茎の利用では大量の採取が可能かどうかなど、さらに根茎を利用する場合は採取時期、採取方法、根茎量、利用時期など解決しなければならない問題は多い。

チガヤの大量増殖については組織培養も考えられ、小山田(1989)は5種のイネ科植物の組織培養を行った結果、チガヤがカルス形成率(100%)、茎葉再分化率(100%)、培養日数(19日)にもっとも良好な結果を示したことを報告している。また突然変異誘発剤を用いて変異体を作出しているが、将来的にはこの手法により斜面緑化材料として有効性の高い変異体を大量に作り、それを利用することがあるかもしれない。

(2) 種子の利用

現段階で大面積の斜面緑化に有効なものは種子である。種子の利用にあたって結実率、発芽率、発芽条件、播種量、種子の確保などを十分検討する必要がある。

結実率は紀伊半島大島で約0.5～60% (Tominaga *et al.* 1989b)、濃尾平野一帯で0から91% (Matumura *et al.* 1983) 木曾川、仁淀川でそれぞれ75%と39% (服部・武田, 1991) というように地域間あるいは同じ地域内でも大きな差があり、花粉稔性、集団の大きさ、出穂個体の密度、気象条件、害虫の発生 (特に種子につくカメムシ類) など各種の要因が影響しているものと思われる。チガヤの種子の市場性は現段階ではまったくないので、野生品の採取に頼らざるを得ないが、採取前に結実率は必ず調べ、結実率があまり低いようだとそこでの採取は断念した方がよい。

発芽性についてMatumura *et al.* (1983) はチガヤは休眠性をもたず高温、明所で容易に発芽し、室内で貯蔵した種子は数カ月内に活力を失うが、乾燥・低温貯蔵によって種子の寿命は著しく延長されると報告している。著者らの実験では採取直後の発芽率は明条件で70～95%、暗条件ではそれよりもかなり低かった。また、乾燥貯蔵条件によって一年後も発芽能力を失わないこと、低温では発芽能力がないこと、湿潤貯蔵条件でも一年後多少発芽能力を持つことなどが確かめられている (建設省四国地方建設局四国技術事務所, 1993b)。発芽は高温明条件が、貯蔵は低温・乾燥条件が望ましいようであるが、発芽率にも差があるようなので事前に調べる必要がある。

播種量に関しては単位面積あたりの希望発芽数、発芽率、結実率、1gあたりの粒数が明確であれば次式で算出できる。

$$\text{播種量 (g/m}^2\text{)} = \frac{\text{希望発芽数 (本/m}^2\text{)}}{\text{結実率} \times \text{発芽率} \times \text{粒数 (数/g)}}$$

Tominaga *et al.* (1989d) は100粒を11.07～13.05mgとしており、これをもとに1gあたりの粒数を計算すると約8000粒前後となる。チガヤの種子と白長毛や苞類とを分離するのは困難なので、それらも含めて計算する必要がある。著者らの調査ではそれらを含めると1gあたり約3500粒前後となる。1m²あたりの希望発芽数を一万 (斜面緑化

材料として用いられているイネ科植物の平均的数値)、発芽率50%、結実率50%とすると1m²あたりの必要量は約11.4gとなる。種子の入手については前述したように市場性はないので野生品の種子採取を目指す。採取は、花序の基部を軽くつまみ上部へ引き上げるようにすると、花序の中軸が残り、白毛と共に小穂が得られる。花序ごと採取するのは簡単ではあるが、播種する時に塊状になりやすいので白毛つきの小穂だけを採取する方が後のことを考えると有利であろう。この方法による種子採取の効率はチガヤの密度にもよるが、経験的には1人1時間あたり65g程度の採取量である。小面積の分布地では効率が悪いので埋立地などの大面積のチガヤ群落分布地をあらかじめ調べておき、熟期に大量採取する。遺伝的多様性の保全や遺伝的変異の攪乱防止という観点からいたずらに他地域の個体群を導入すべきではないので、できるだけ近隣から採取するのが望ましい。

播種方法については植生マット工、肥料袋付植生マット工、植生ネット工、植生袋工など各種の工法が考えられるが、もっとも簡単なのは直播あるいは種子吹付工である。チガヤの種子は長毛を有しているため、種子がかたまりやすく、土とまざりにくい。この点も技術的に解決する必要がある。著者らが行った播種試験の結果をTable7に示したが、播種直後は他の雑草類に押されていて数年後には期待どおりチガヤが優占化する場合が多く、大面積での実用化は十分可能であろう。なお播種後は2～3ヶ月間灌水が必要であり、播種は梅雨季がもっとも望ましい。

(3) 株・根茎の利用

株・根茎の利用については服部・武田 (1991)、建設省近畿地方建設局猪名川工事事務所 (1990) 建設省四国地方建設局四国技術事務所 (1990, 1991, 1992, 1993a, b) の他、江崎ら (1992b) の研究がある。著者らが行った株の植栽試験の結果をTable8に示した。播種試験の場合と違って株の植栽試験では当初よりチガヤが優占する。早期にしかも確実にチガヤ群落を形成する方法としては優れているが、現時点では大量の株・根茎を入手するためには野生品の採取に頼らざるを得ない。自然保全の視点からみると問題が残る。なお、最近チガヤの栽培品が市場に出まわり始め、一株40円前後

Table 7. Summary of seven experimental fields seeded with *Imperata cylindrica* var. *koenigii*.

Locality	Ina River	Ina R.	Yodo R.	Yodo R.	Doki R.	Doki R.	Sanda
Date of seeding	Jun.1988	Jul.1989	Sep.1989	Jul.1990	Aug.1989	Jun.1991	Jun.1993
Field size (m ²)	300	500	100	125	24	24	200
Seeding density (m ²)	10000	10000	7500	12000	10000	10000	5900
Initial maintenance	Cutting	Watering, Cutting		Watering	Watering		Watering, Cutting
No. of species in mixed seeds	5~32	4	0	0	0	0	10
Initial phase (comm.)	Weed	Weed	Weed	Weed	Weed	<i>I. cylindrica</i>	<i>I. cylindrica</i>
Present phase (comm.)	Weed	<i>I. cylindrica</i>	<i>I. cylindrica</i>	<i>I. cylindrica</i>	<i>I. cylindrica</i>	<i>I. cylindrica</i>	<i>I. cylindrica</i>

Table 8. Summary of seven experimental fields planted with *Imperata cylindrica* var. *koenigii*.

Locality	Ina River	Ina R.	Yodo R.	Yodo R.	Doki R.	Doki R.	Sanda
Date of planting	Jun.1988	Jul.1989	Sep.1989	Jul.1991	Jun.1989	Jun.1991	Jun.1993
Field size (m ²)	10	10	3	1	3	6	30
Planting density (m ²)	60~100	60	60	60	60	60	50
Initial maintenance	Cutting	Watering, Cutting		Watering	Watering	Watering	Watering
Initial phase (comm.)	<i>I. cylindrica</i>	<i>I. cylindrica</i>	<i>I. cylindrica</i>	<i>I. cylindrica</i>	<i>I. cylindrica</i>	<i>I. cylindrica</i>	<i>I. cylindrica</i>
Present phase (comm.)	Weed	<i>I. cylindrica</i>	<i>I. cylindrica</i>	<i>I. cylindrica</i>	<i>I. cylindrica</i>	<i>I. cylindrica</i>	<i>I. cylindrica</i>

で取引されている。大量に栽培品が市場に出れば単価も安くなり、大量利用も可能となろう。

(4) 切断根茎の利用

富永 (1990) は10cmのチガヤの切断根茎からの萌芽を調べ、その萌芽率は出穂の約1ヶ月前が約30%と高いこと、35℃という高温での萌芽が多いことを報告している。利用形態として切断根茎は種子と株の間接的な性格をもち、種子の利用よりも生育の早さで優れ、株の利用よりも必要とする根茎量の少なさで優り、利用方法が確立されれば活用される場も少くないと思われる。しかし切断根茎の入手方法の他、萌芽率の低さや使用時期が限定されるなどの研究すべき点はまだ多い。

4. 野草園およびビオトープとしての利用

(1) 概要

各種園芸植物をワイルドフラワーとよび、それらを河川敷や高速道路などの各種法面に導入して美観形成を図るといった試みが各所で行われている。これらの試みは一年目は美しい花が咲き有効であるが、放置すると二年目以降雑草や野生種におされそのうち消滅する。これらの「ワイルドフラワー」は園芸的草花としての維持管理が必要であり、最初だけの管理では持続しない。本来の意味の「ワイルドフラワー」(野草群落)の育成について検討してみたい。

望ましい野草群落の形成には2通りの方法があるように思われる。一つは近藤グループの手法で、周辺の群落構成種の中から日本の風土にふさわし



Fig. 4. Vegetational profile in autumn aspect of tall *Imperata* type grassland.

1: *Adenophora triphylla* var. *japonica* 2: *Imperata cylindrica* 3: *Dianthus superbus* var. *longicalycinus*

4: *Platycodon grandiflorum* 5: *Eupatorium fortunei* 6: *Aster ageratoides* var. *ovatus* 7: *Miscanthus sinensis*



Fig. 5. Vegetational profile in early summer aspect of mid *Imperata* type grassland.

1:*Galium verum* var. *asiaticum* 2:*Prunella vulgaris* var. *tilacina* 3:*Imperata cylindrica* 4:*Dianthus superbis* var. *longicalycinus* 5:*Briza maxima* 6:*Artemisia princeps* 7:*Briza minor* 8:*Equisetum arvense* 9:*Erigeron annuus*



Fig. 6. Vegetational profile in spring aspect of short *Imperata* type grassland.

1:*Imperata cylindrica* 2:*Viola mandshurica* 3:*Linaria canadensis* 4:*Gnaphalium affine* 5:*Cerastium holosteoides* 6:*Trifolium repens* 7:*Astragalus sinicus* 8:*Taraxacum officinale*

Table 9. Character of the wild flowers in *Imperata cylindrica* type grassland.

Wild flowers	Life form	Height (m)	flowering period
<i>Allium grayi</i> (ノビル)	G	0.2 ~ 0.4	May- Jun.
<i>Hemerocallis fulva</i> var. <i>kwanso</i> (ヤブカンゾウ)	H	0.6 ~ 0.9	Jul.- Aug.
<i>Scilla scilloides</i> (ツルホ)	G	0.3 ~ 0.5	Aug.- Oct.
<i>Lycoris radiata</i> (ヒカソバナ)	G	0.4 ~ 0.6	Sep.- Oct.
<i>Lycoris sanguinea</i> (キツネノカミソリ)	G	0.4 ~ 0.6	Aug.
<i>Spiranthes sinensis</i> (ネシコ)	H	0.1 ~ 0.4	May- Jul.
<i>Dianthus superbis</i> var. <i>longicalycinus</i> (カワラナテシコ)	H	0.5 ~ 0.7	Jul.- Sep.
<i>Potentilla chinensis</i> (カワラサイコ)	H	0.3 ~ 0.6	Jun.- Aug.
<i>Sanguisorba officinalis</i> (ワレモコウ)	H	0.7 ~ 1.0	Sep.- Oct.
<i>Astragalus sinicus</i> (ケンク)	Thw	0.1 ~ 0.2	Apr.- May
<i>Lotus corniculatus</i> var. <i>japonicus</i> (ミヤコグサ)	H	0.2 ~ 0.5	May- Jul.
<i>Geranium thunbergii</i> (ケソノショウコ)	H	0.3 ~ 0.5	Jul.- Sep.
<i>Viola mandshurica</i> (スミレ)	H	0.1 ~ 0.2	Apr.- May
<i>Lysimachia clethroides</i> (オカトラノオ)	H	0.6 ~ 1.0	Jun.- Jul.
<i>Gentiana scabra</i> var. <i>buergeri</i> (リンドウ)	H	0.2 ~ 1.0	Sep.- Oct.
<i>Swertia japonica</i> (センブリ)	Ths	0.3 ~ 0.6	Sep.- Oct.
<i>Ajuga decumbens</i> (キラソウ)	H	0.05 ~ 0.1	Apr.- May
<i>Leonurus japonicus</i> (メハジキ)	Ths	0.6 ~ 1.0	Jul.- Aug.
<i>Prunella vulgaris</i> var. <i>lilacina</i> (ウツボクサ)	H	0.1 ~ 0.3	Jun.- Jul.
<i>Justicia procumbens</i> var. <i>leucantha</i> (キツネノマコ)	Ths	0.1 ~ 0.4	Aug.- Oct.
<i>Galium verum</i> var. <i>asiaticum</i> f. <i>nikkoense</i> (カワラマツバ)	H	0.3 ~ 0.8	Jul.- Sep.
<i>Patrinia scabiosaeifolia</i> (オミナエシ)	Ch	0.6 ~ 1.0	Aug.- Oct.
<i>Adenophora triphylla</i> var. <i>japonica</i> (ツリカネニンジン)	H	0.6 ~ 0.9	Aug.- Sep.
<i>Campanula punctata</i> (ホタルフクロ)	H	0.6 ~ 0.9	Jun.- Jul.
<i>Platycodon grandiflorum</i> (キキョウ)	G	0.5 ~ 1.0	Aug.- Sep.
<i>Aster ageratoides</i> var. <i>ovatus</i> (ノコンギク)	H	0.5 ~ 1.0	Sep.- Nov.
<i>Cirsium japonicum</i> (ノアザミ)	H	0.5 ~ 1.0	May- Jul.
<i>Eupatorium fortunei</i> (フシハカマ)	H	1.0 ~ 1.5	Oct.- Nov.
<i>Gnaphalium affine</i> (ハハコグサ)	Thw	0.15 ~ 0.4	Apr.- May
<i>Kalimeris yomena</i> (ヨメナ)	H	0.5 ~ 1.0	Sep.- Nov.

い観賞価値をもち、さらに侵略的ではない野草を選び、それらの野草の一種あるいは複数の種による優占群落を形成する手法である。実用化のために適種の発芽特性、播種方法、季節消長、採種効率、他種との競争、刈り取り時期、補植・追播、施肥などの詳細な研究が積み重ねられている(近藤, 1989, 1990, 1993, 1994; 近藤・高橋, 1988; 近藤ら, 1991, 1992a, b)。一方著者らの手法は後述する多様性、土着性、利用性などの評価項目をもとに、国内に現存する各種草本群落の中から野草園およびビオトープとしてふさわしい植物群落を見出し、その群落の種類組成を参考に野草群落を形成しようとするものである(服部, 1993; 服部ら, 1987b, 1990)。近藤グループの方法が個体群生態的な手法であるとすれば、著者らの方法は群

集生態的な手法とよべるかもしれない。ただし、どちらの手法をとるにせよ利用を目指す野草の発芽等の情報が必要であり、この点については近藤グループの研究は非常に進んでいる。近藤グループの研究の詳細については、著書(近藤, 1993)にまとめられているので、ここでは著者らの考えている手法を紹介したい。

(2) 望ましい野草群落の選定

前述したように人工の望ましい野草群落のモデルは現存する野草群落である。目的や立地条件等でそのモデルとなる野草群落は当然変わるので、都市近辺の空地、河川高水敷等を対象に親しめる草原という評価軸から考えてみる。服部ら(1990)は現存のチガヤ群落、トグシバ群落、ススキ群落、シバ群落、クズ群落、シナダレスズメガヤ群落な

ど18群落を対象に多様性, 土着性, 利用性, 調和, 相観, 生活環境への悪影響 (花粉症), 構成種的美観, 群落形成の難易, 群落維持の難易, 耐性, 利用度の11項目について3段階評価し, その総合点で望ましい野草群落を提案している. その結果, もっとも望ましい野草群落としてチガヤ群落を抽出しているが, 万葉以来日本人とふれあう機会の多いこの群落が第一位となるのは納得できる. 次に望ましい野草群落としてチガヤ群落の内容について検討してみたい.

(3) 人工チガヤ群落のタイプ分け

チガヤ群落には多くの種が生育可能であるが, 刈り取り頻度・時期と群落の高さ・種類組成には関連がある. したがってチガヤ群落構成種の選定には刈り取り頻度・時期を考慮しなければならない. 試案として刈り取り条件によって区分される3タイプのチガヤ群落を考えてみる (Figs.4,5 and 6).

高茎草原タイプはチガヤとススキが優占するもので高さは1m前後に達する. 秋に年1回の刈り取りによって維持され, フジバカマ, キキョウ, オミナエシ, ツリガネニンジン, ノコンギク, カ

ワラナデシコなどの秋咲き植物の生育が可能である (Fig.4).

中茎草原タイプは典型的なチガヤ型草原で高さ約60m前後となる. 年2回程度の刈り取りによって持続し, 刈り取りの時期の設定によっていろいろなタイプに細分できる. 春の刈り取りではオニユリ, カワラナデシコ, ヤブカンゾウなど, 晩秋の刈り取りではワレモコウ, ツリガネニンジン, ツルボなどが生育する (Fig.5).

短茎草原タイプはチガヤとシバ, ギョウギシバなどが混生し高さは40cm以下となる. 年3回程度の刈り取りによって維持され, シバ型草原の構成種が生育可能となる. 春にはハハコグサ, スミレ, ゲンゲ, など夏から秋にはネジバナ, ツルボ, ヒガンバナなどの開花が期待できる (Fig.6).

以上の他に構成種の組合せによってさらに様々なタイプが考えられる. チガヤ群落構成種の播種量, 播種期などについては近藤グループの研究が参考になろう. 混播の方法, 混播の割合, 播種期, 管理方法について著者らは人と自然の博物館の圃場を用いて実験を開始したが (1993年6月), その結果については順次報告したい.

Table 10. Representative butterflies founded in *Imperata cylindrica* type grassland.

Butterflies	Food Plants
<i>Artophaneura alcinous alcinous</i> (ジャコウアゲハ)	<i>Aristolochia debilis</i> (ウマノスズクサ)
<i>Colias erata poliographus</i> (モンキチョウ)	<i>Trifolium repens et al.</i> (シロツメクサなど)
<i>Eurema laeta betheba</i> (キチョウ)	<i>Lespedeza spp. et al.</i> (ハギ類など)
<i>Lycaena phlaeas daimio</i> (ベニシジミ)	<i>Rumex acetosa et al.</i> (スイバなど)
<i>Zizzeria maha argia</i> (ヤマトシジミ)	<i>Oxalis corniculata</i> (カタバミ)
<i>Zizina otis emelina</i> (シルビアシジミ)	<i>Lotus corniculatus</i> (ミヤコグサ)
<i>Everes argiades hellotia</i> (ツバメシジミ)	<i>Indigofera pseudo-tinctoria et al.</i> (コマツナギなど)
<i>Argyreus hyperbius</i> (ツマグロヒョウモン)	<i>Viola mandshurica</i> (スミレ)
<i>Pelopidas mathias oberthueri</i> (チャバネセセリ)	<i>Imperata cylindrica et al.</i> (チガヤなど)
<i>Parnara guttata</i> (イチモンジセセリ)	<i>Imperata cylindrica et al.</i> (チガヤなど)

Table9には花の美しさなどの点からみて構成種としてふさわしい代表的な種を示した。

(4) ビオトープとしてのチガヤ型草原

短く刈り込まれた芝生に生息できる動物類はたいへん少ない。また放置された結果成立しているセイタカアワダチソウ群落に生息可能な動物も限られる。適度な刈り取り条件下に成立するチガヤ型草原は植物種も多様となるだけでなく、そこに生息する鱗翅目、直翅目、甲虫目などの昆虫類も多様である。チョウ類を例に人工チガヤ型草原に生息可能な種をTable10に示した。草原性のチョウ類の中には絶滅に類しているものも少なくない(矢田・上田,1992)。チガヤ型草原が各地に成立し、チョウの生息空間としての植生管理を行うならば、シルビアシジミなどの何種かのチョウ類を絶滅の危機から救うことも可能であろう。

野草草花の保全のためには草原の刈り取りが有効であることが確認されている(大窪・前中,1990,1992,1993)。毎年2回刈り取りが行われている河川堤防法面に成立している各種群落に対しては、その刈り取りを調整するだけで美しい野草が咲き、各種の昆虫が生息できるチガヤ型の草原性ビオトープ空間として再生できる可能性は高い。さらにそのようなビオトープ空間は身近な自然教育・環境教育の場としてたいへん有効であろう。現段階では十分な資料はないが、今後草原性昆虫類等の調査を進めて資料を収集し、ビオトープへの応用研究を進めたい。

謝 辞

本論文をまとめるにあたり、研究の過程で有益な御助言と御協力をいただいた神戸女学院大学名誉教授 矢野悟道氏、神戸大学教育学部助教授 武田義明氏、神戸女学院大学助教授 竹中則夫氏、姫路工業大学自然・環境科学研究所助手 小館誓治氏に厚く御礼申し上げます。またチガヤに関する論文をお送りいただいた岐阜大学名誉教授 松村正幸氏に感謝いたします。

文 献

*Al-Juboory,B.A. and Hassawy,G.S. (1980) Comparative morphological development of cogongrass (*Imperata*

cylindrica) in Iraq. Weed Sci. **28**, 324-326.

荒井福哉 (1981) 河川敷雑草とその防除. 植調, **15**(7), 8-14.

有光一登 (1982) アランアラン草原での森林再生は可能か. 熱帯林業, **70**, 17-21.

浅井康宏 (1993) 緑の侵入者たち. 朝日新聞社, 東京, 249 p.

浅見佳世・赤松弘治・嘉藤正一 (1991) チガヤ群落の種組成における季節間の比較. 日本生態学会第38回大会講演要旨集, 84.

浅見佳世・赤松弘治・服部 保・辻 秀之 (1994a) 河川堤防植生の管理に関する生態学的研究 III. 那賀川の堤防植生におよぼす刈り取りの影響. 人と自然, **4**, 81-97.

浅見佳世・服部 保・赤松弘治・武田義明 (1994b) 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.

浅見佳世・服部 保・赤松弘治・和田一範・嘉藤正一 (1994c) 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. 人と自然, **3**, 85-98.

浅見佳世・武田義明・服部 保 (1989) チガヤ群落の生態について. 日本生態学会第36回大会講演要旨集, 284.

Clayton,W.D. and Renvoize,S.A. (1986) Genera graminum, grasses of the world. Her Majesty's Stationary Office, London, 377p.

江崎次夫・藤久正文・井門義彦 (1992a) 防災的見地からの堤防のり面雑草類の利用. 雑草研究, **37**, 239 -247

江崎次夫・藤久正文・井門義彦 (1993) チガヤの拡張性について. 日本雑草学会第32回講演会講演要旨, 122-123.

江崎次夫・藤久正文・井門義彦・水野 治 (1990a) 土壌pHの改変がチガヤの育成に及ぼす影響について. 日本雑草学会第29回講演会講演要旨, 143-144.

江崎次夫・藤久正文・井門義彦・水野 治・高橋義夫 (1990b) チガヤの再生について. 日本雑草学会第29回講演会講演要旨, 141-142.

江崎次夫・藤久正文・井門義彦・櫻井雄二 (1992b) 堤防法面に導入したチガヤの成長について. 日本雑草学会第31回講演会講演要旨, 104-105.

江崎次夫・藤久正文・井門義彦・櫻井雄二 (1992c) チガヤの現存量と根系の強さ. 日本雑草学会第31回講演会講演要旨, 106-107.

江崎次夫・藤久正文・井門義彦・櫻井雄二 (1992d) チガヤの群落形態と下層植生. 日本雑草学会第31回講演会講演要旨, 108-109.

江崎次夫・岩本 徹・井門義彦 (1994a) 堤防法面に導入したチガヤの生育について. 日本雑草学会第33回講演会講演要旨, 268-269.

江崎次夫・岩本 徹・中島勇喜 (1994b) 砂丘地に侵入したチガヤの生育について. 日本雑草学会第33回講演会講演要旨, 264-265.

江崎次夫・櫻井雄二 (1991) チガヤの刈り取り時期について. 日本造園学会関西支部大会プログラムおよび研究

- 発表要旨, 5.
- 江崎次夫・山下 淳・井門義彦 (1994c) チガヤの根系の強度について. 日本雑草学会第33回講演会講演要旨, 266-267.
- 深川伸一・田川日出夫 (1983) チガヤ個体群の研究. 現代生態学の断面編集委員会 (編), 現代生態学の断面. 共立出版, 東京, 110-117.
- 初島佳彦 (1975) 琉球植物誌 (追加訂正版). 沖縄生物教育研究会, 那覇, 1002p.
- 服部 保 (1987a) 猪名川の植物について. '87猪名川の愛護セミナー, 建設省猪名川工事事務所, 池田, 1-6.
- 服部 保 (1987b) 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 (1988) 河川の雑草群落. 矢野悟道 (編), 日本の植生—侵略と攪乱の生態学, 東海大学出版会, 東京, 54-61.
- 服部 保 (1993) 科学エッセー. 草地の復権 (チガヤを使った緑化の意義). 神戸新聞, 1993年6月21日夕刊.
- 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. 財団法人河川環境管理財団, 東京, **1**, 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.
- Honda, M. (1930) Monographia Poacearum Japonicarum Bambusoideis excludis., J. Fac. Sci. Imp. Univ. Tokyo, Sect. III. Botany, Vol. III, Part I, 373-376.
- 猪ノ坂正之・伊藤浩司・沼口寛次 (1984) チガヤの牧草化に関する研究 第1報チガヤの生育特性と生産性について. 宮大農報, **31**, 131-140.
- 伊藤操子 (1982) 非農耕地の雑草とその管理. 雑草研究, **27**, 162-176.
- 伊藤操子・植木邦和・坂本修一 (1982) 鉄道敷の雑草管理に関する研究 第1報優占雑草の種類とその分布. 雑草研究, **27**, 41-48.
- Itow, S. (1963) Grassland vegetation in uplands of western Honshu, Japan. Part II Succession and grazing indicators. Jpn. J. Bot., **18**, 133-167.
- Itow, S. (1974) Phytosociological studies on grassland vegetation in western Japan. Phytocoenologia, **1**, 306-338.
- 伊藤秀三 (1981) 二次草原. 宮脇 昭 (編), 日本植生誌九州. 至文堂, 東京, 238-252.
- 伊藤秀三 (1983) 二次草原. 宮脇 昭 (編), 日本植生誌中国. 至文堂, 東京, 258-270.
- 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.
- 岩城英夫・木村 充・大島康行 (1983) 草地群落における種多様性と群落機能の解析. 特定「植物の種と群落の多様性の解析」研究班2年度報告. 91-100.
- Iwaki, H., Kimura, M., Mutoh, N. and Oshima, Y. (1985) Species diversity and primary productivity in *Miscanthus sinensis* grasslands 2. Effects of different management practices on species diversity and phytomass. Hara, H. (ed.), Origin and evolution of diversity in plants and plant communities. Academia Scientific Book Inc., Tokyo, 345-354.
- 建設省北陸地方建設局 (監修) (1987) 堤防法面等植生管理マニュアル (案). 社団法人北陸建設弘済会, 新潟, 114p.
- 建設省近畿地方建設局猪名川工事事務所 (1987) 昭和61年度猪名川河川植生調査業務報告書. 124p.
- 建設省近畿地方建設局猪名川工事事務所 (1988) 昭和62年度猪名川河川植生調査業務報告書. 96p.
- 建設省近畿地方建設局猪名川工事事務所 (1989) 昭和63年度猪名川河川植生調査業務報告書. 106p.
- 建設省近畿地方建設局猪名川工事事務所 (1990) 平成元年度猪名川河川植生調査業務報告書. 128p.
- 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.
- 建設省四国地方建設局四国技術事務所 (1990) 平成元年度河川植生試験調査業務報告書. 93p.
- 建設省四国地方建設局四国技術事務所 (1991) 平成2年度河川植生試験調査業務報告書. 63p.
- 建設省四国地方建設局四国技術事務所 (1992) 平成3年度河川植生試験調査業務報告書. 33p.
- 建設省四国地方建設局四国技術事務所 (1993a) 平成4年度河川植生試験調査業務報告書. 69p.
- 建設省四国地方建設局四国技術事務所 (1993b) 平成4年度河川環境整備に関する調査 (河川植生に関する調査). 64p.
- 金 鐘元 (1986) 海岸砂丘矮生低木林・海岸砂丘植生. 宮脇 昭 (編), 日本植生誌関東. 至文堂, 東京, 163-185.
- 木村康一・木村孟淳 (1981) 全改訂新版原色日本薬用植物図鑑. 保育社, 大阪, 345p.
- 木村陽二郎 (1988) 図説草木辞苑. 柏書房, 東京, 570p.
- 北村二郎・村田 源・小山鐵夫 (1964) 原色日本植物図鑑 (下). 保育社, 大阪, 464p.
- 小館誓治・浅見佳世・服部 保 (1994) 河川堤防植生の管理に関する生態学的研究 II. 猪名川の堤防植生におよぼす刈り取りの影響. 人と自然, **3**, 99-115.

- 近藤哲也 (1989) 数種野生草花の種子発芽に及ぼす貯蔵条件および発芽時の温度と光の影響. 造園雑誌, **52**, 97-105.
- 近藤哲也 (1990) 景観素材としてのアキノキリンソウの生態的特性に関する実験的研究. 造園雑誌, **53**, 139-144
- 近藤哲也 (1993) 野生草花が咲く草地づくり—種子発芽と群落形成—. 信山社サイテック, 東京, 97p.
- 近藤哲也 (1994) 変温が4種の野生草花の発芽に及ぼす影響. 造園雑誌, **57**, 396-400.
- 近藤哲也・前中久行・野田敏秀 (1991) 数種野生草花の発芽に及ぼす覆土影響. 造園雑誌, **54**, 149-154.
- 近藤哲也・前中久行・高橋理喜男 (1992a) 野生草花の増殖ならびに群落の管理に関する研究—ノコンギクの種子発芽特性と挿し木による増殖ならびに群落の刈り取り時期について—. 日本緑化工学会誌, **17**, 193-202.
- 近藤哲也・前中久行・野田敏秀・高橋理喜男 (1992b) 播種によるブタナ群落の形成とその管理. 造園雑誌, **56**, 15-27.
- 近藤哲也・高橋理喜男 (1988) アメニティ植生の構成素材としてきたいされる数種の野生草花の種子発芽について. 造園雑誌, **51**, 108-113.
- 牧野富太郎 (1935) 牧野植物学全集第二巻. 誠文堂, 東京, 532p.
- 牧野富太郎 (1940) 牧野日本植物図鑑. 北隆館, 東京, 759p.
- 松田 修 (1970) 増訂萬葉植物新考. 社会思想社, 東京, 594p.
- 松村正幸 (1987) チガヤ及びチガヤ草地に関する文献. 草地生態, **24**, 44-47.
- Matumura, M. and Akikawa K. (1989) Comparative ecology of intraspecific variants of Chigaya, *Imperata cylindrica* var. *koenigii* (Alang-alang) (4) Early growth of seedlings from common and early types of species under different temperature regimes. Res. Bull. Fac. Agr. Gifu Univ., **54**, 241-250.
- 松村正幸・長谷川俊成・白村広吉 (1984) チガヤ種内2型の比較生態 (2) 地下水位の異なる条件下での普通型及び早生型チガヤの実生の初期生育. 岐阜大学農学部研究報告, **49**, 371-381.
- 松村正幸・中島仁蔵 (1988) チガヤ種内2型の比較生態 (3) 実生3年目群落の年生活環. 日草誌, **34**, 77-84.
- 松村正幸・行村 徹 (1980) チガヤ種内2型の比較生態 (1) 植生からみた普通型及び早生型チガヤの生育地特性. 岐阜大学農学部研究報告, **43**, 233-248.
- Matumura, M., Yukimura, T. and Shinoda, S. (1983) Fundamental studies on artificial propagation by seeding useful wild grasses in Japan. IX. Seed fertility and germinability of the intraspecific two types of Chigaya (Alang-alang), *Imperata cylindrica* var. *koenigii*. J. Japan Grassl. Sci., **28**, 395-404.
- 村上雄秀 (1981) 果樹園雑草群落. 宮脇 昭 (編), 日本植生誌九州. 至文堂, 東京, 265-266.
- 村上雄秀 (1986) 二次草原. 宮脇 昭 (編), 日本植生誌関東. 至文堂, 東京, 258-269.
- Mutoh, N., Kimura, M., Oshima, Y. and Iwaki, H. (1985) Species diversity and primary productivity in *Miscanthus sinensis* grasslands I. diversity in relation to stand structure and dominance. Bot. Mag. Tokyo, **98**, 159-170.
- 箕輪隆一 (1980) チガヤ・ススキ群落. 宮脇 昭 (編), 日本植生誌屋久島. 至文堂, 東京, 194-195.
- 三井計夫 (1967) 草地の造成と管理. 養賢堂, 東京, 380p.
- Miyawaki, A. und Ohba, T. (1970) Über die *Miscanthus sinensis*-Wiese auf dem Kirigamine (Mittel Honshu). IBP grassland ecosystem studies in Japan. 85-93. Chiba.
- 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.
- 内藤俊彦・飯泉 茂 (1976) チガヤの分散と生産構造について. 菅沼孝之 (編), 南西諸島南部 (先島諸島) の草地生態に関する研究. 29-31.
- 中西 哲・武田義明・服部 保 (1985) 赤穂市及びその周辺地域の植生. 中西 哲 (編), 赤穂及びその周辺地域植生調査報告書. 関西総合環境センター, 大阪, 170-240.
- 猶原恭爾 (1965) 日本の草地社会. (財) 資源科学研究所, 東京, 256p.
- 根本正之 (1983) 東北タイにおけるチガヤとコミニストグラスの生態. 現代生態学の断面編集委員会 (編), 現代生態学の断面. 共立出版, 東京, 104-109.
- 沼田 真 (1965a) 銚子付近の草原と森林. 銚子観光協会 (編), 銚子の自然, 48-79.
- 沼田 真 (1965b) 草地の状態診断に関する研究 I—生活型組成による診断—. 日草誌, **11**, 20-33.
- 沼田 真 (1966) 草地の状態診断に関する研究 II. 種類組成による診断. 日草誌, **12**, 29-36.
- 沼田 真 (1975) 千葉県の草原. 千葉県生物学会 (編), 新版千葉県植物誌. 井上書店, 東京, 129-135.
- 沼田 真・大賀宜彦 (1976) 隠岐の草地をみて. 草地生態, **15**, 45-54.
- 大場達之・他6名 (1988) 相模原市の植生. 相模原市教育委員会, 相模原, 227p.
- 大井次三郎 (1965) 改訂新版日本植物誌顕花編. 至文堂, 東京, 1560p.
- 大迫元雄 (1937) 本邦原野に関する研究. 興林会, 東京, 211p.
- 大窪久美子・前中久行 (1990) 野生草花の生育地の保全を目的とした半自然装置の遷移診断. 造園雑誌, **53**, 145-150.
- 大窪久美子・前中久行 (1992) クマイザサ優占群落における野生草花の保全を目的とした時期を変えた刈り取りの影響. 造園雑誌, **55**, 193-198.
- 大窪久美子・前中久行 (1993) 野生草花の保全を目的としたクマイザサ優占群落における刈り取り管理に関する研究. 造園雑誌, **56**, 109-114.
- 奥田重俊 (1980) ヒメノボタン—チガヤ群落. 宮脇 昭 (編), 日本植生誌屋久島. 至文堂, 東京, 196-197.
- 奥田重俊 (1989a) 禾本二次草原. 宮脇 昭 (編), 日本植

- 生誌沖繩・小笠原. 至文堂, 東京, 407-411.
- 奥田重俊 (1989b) 放牧地草原. 宮脇 昭 (編) 日本植生誌沖繩・小笠原. 至文社, 東京, 427-440.
- 長田武正 (1989) 日本イネ科植物図譜. 平凡社, 東京, 759p.
- 小山田正幸 (1989) イネ科植物の組織培養とその育種的利用について. 芝草研究, **18**, 41-44.
- *Santiago, A. (1976) Genecological aspects of the *Imperata* weed and practical implications. Proc. BIOTROP workshop on Alang-alang. Bogor. 23-34.
- 嶋田 鏡・川鍋祐夫・佳山良正・伊藤秀三 (1973) 草地の生態学. 築地書館, 東京, 287p.
- 品田 穰 (1980) ヒトと緑の空間. 東海大学出版会, 東京, 209p.
- Suganuma, T. (1966) Phytosociological studies on the semi-natural grasslands used for grazing in Japan. I. Classification of grazing land. Jpn. Journ. Bot., **19**, 255-276.
- Suganuma, T. (1967) Phytosociological studies on the semi-natural grassland used for grazing in Japan. II. Ecological strata in pasture vegetation. Bot. Mag. Tokyo, **80**, 145-160.
- 菅沼孝之 (1976) わが国におけるスキ草原の群落分類体系. 平吉功先生退官記念事業会 (編), スキの研究. 29-44.
- 菅沼孝之 (1983) 与邦国島・黒島の放牧草地の植物社会. 草地生態, **21**, 57-63.
- 菅沼孝之・内藤俊彦 (1976) 先島諸島の草地植生. 菅沼孝之 (編), 南西諸島南部 (先島諸島) の草地生態に関する研究. 1-13.
- 菅原亀悦・飯泉 茂・内藤俊彦・西平守孝 (1976) 南西諸島南部の草原型の遷移について. 菅沼孝之 (編), 南西諸島南部 (先島諸島) の草地生態に関する研究. 18-26.
- 杉本安寛・平田昌彦・猪ノ坂正之 (1984) チガヤの牧草化に関する研究 第3報チガヤの生長と土壌3相および土壌pHとの関係に関する調査. 宮崎大学農学部研究報告, **31**, 149-154.
- 鈴木邦雄 (1980) 海岸砂丘植生. 宮脇 昭 (編), 日本植生誌屋久島. 至文堂, 東京, 150-161.
- 鈴木邦雄 (1981) 海岸砂丘矮生低木林・海岸砂丘草本群落. 宮脇 昭 (編), 日本植生誌九州. 至文堂, 東京, 138-152.
- 鈴木邦雄 (1982) 海岸砂丘矮生低木林. 宮脇 昭 (編), 日本植生誌四国. 至文堂, 東京, 144-149.
- 鈴木邦雄 (1983) 海岸砂丘矮生低木林. 宮脇 昭 (編), 日本植生誌中国. 至文堂, 東京, 149-153.
- 鈴木邦雄 (1984) 海岸砂丘矮生低木林・海岸砂丘草本植生. 宮脇 昭 (編), 日本植生誌近畿. 至文堂, 東京, 164-187.
- 鈴木邦雄 (1985) 海岸砂丘矮生低木林・海岸砂丘草本植生. 宮脇 昭 (編), 日本植生誌中部. 至文堂, 東京, 134-155.
- 鈴木邦雄 (1987) 海岸砂丘矮生植物群落・海岸砂丘草本群落. 宮脇 昭 (編), 日本植生誌東北. 至文堂, 東京, 222-238.
- 鈴木時夫・阿部泰雄 (1959) 阿蘇および久住草原, 植生の組成群. 日生態会誌, **9**, 244-304.
- 田中重行・後藤真理・川村 修・三秋 尚・猪ノ坂正之 (1984) チガヤの牧草化に関する研究, 第2報チガヤの栄養価の系統間変異について. 宮大農報, **31**, 141-147.
- 富永 達 (1990) チガヤ切断根茎からのshootsの萌芽. 雑草研究, **35**, 371-372.
- 富永 達 (1993) チガヤの種生態学的研究. 雑草研究, **38**, 82-89.
- Tominaga, T., Kobayashi, H. and Ueki, K. (1989a) Geographical variation of *Imperata cylindrica* (L.) BEAUV. in Japan. J. Japan Grassl. Sci., **35**, 164-171.
- Tominaga, T., Kobayashi, H. and Ueki, K. (1989b) The differences between inland and foredune populations of *Imperata cylindrica* (L.) BEAUV. var. *koenigii* (RETZ.) DURAND et SCHINZ in the Kii Peninsula. J. Japan Grassl. Sci., **35**, 172-179.
- Tominaga, T., Kobayashi, H. and Ueki, K. (1989c) Seasonal change in the standing-crop of *Imperata cylindrica* var. *koenigii* grassland in the Kii-Ohshima Island of Japan. Weed Res., Japan, **34**, 204-209.
- Tominaga, T., Kobayashi, H. and Ueki, K. (1989d) Intra- and inter-population variation of *Imperata cylindrica* var. *koenigii* on Kii-Ohshima Island of Japan. Weed Res., Japan, **34**, 273-279.
- Tominaga, T., Kobayashi, H. and Ueki, K. (1990) Variation in heading response to temperature and day length in *Imperata cylindrica* of Japan. Weed Res., Japan, **35**, 81-83.
- Tsvelev, N. N. (1984) Grasses of Soviet Union, Part II, A. A. Balkema, Rotterdam, 800p.
- 山田隆保 (1984) 熱帯におけるアランアランの防除薬試験について. 熱帯林業, **72**, 7-11.
- 矢野悟道 (1960) 種々の土壌型における植物地下器官の生態学的研究. 崇徳学園論集, **1**, 1-65.
- Yano, N. (1962) The subterranean organ of sand dune plants in Japan. J. Sci. Hiroshima Univ., Ser. B, Div. 2, **9**, 200-251.
- 矢野悟道 (1977) 群落の地下構造と機能. 伊藤秀三 (編), 群落の組成と構造. 朝倉書店, 東京, 252-326.
- 矢田 脩・上田恭一郎 (編) (1992) 日本産蝶類県別レッドデータ. リスト (1992年). 日本産蝶類の衰亡と保護第2集. 日本鱗翅学会, 大阪, 17-81.
- 横井正人 (1984) ベニチガヤ. 横井正人 (編) 朝日園芸百科7. 朝日新聞社, 東京, 308.

(*印を付したものは直接参照できなかった)
(1994年9月6日受理)



Plate 1-1. Spring aspect of *Imperata cylindrica* var. *koenigii* comm. Yellow flowers are *Taraxacum officinale* and red flowers are *Vicia sepium*.



Plate 1-2. Early summer aspect of *Imperata cylindrica* var. *koenigii* comm. Purple flowers are *Prunella asiatica* and white flowers are *Erigeron annuus*.



Plate 1-3. Flowering of *Imperata cylindrica* var. *koenigii* in early summer.



Plate 1-4. Summer aspect of *Imperata cylindrica* var. *koenigii* comm. Orange flowers are *Hemerocallis fulva* f. *kwanso*.



Plate 2-1. Autumn aspect of *Imperata cylindrica* var. *koenigii* comm. Pink flowers are *Scilla sinensis*.



Plate 2-2. Winter aspect of *Imperata cylindrica* var. *koenigii* comm.



Plate 2-3. Seeding of *Imperata cylindrica* var. *koenigii* in field-A of the Museum of Nature and Human Activities, July 1993.



Plate 2-4. View of field-A in the Museum of Nature and Human Activities, Oct. 1993.

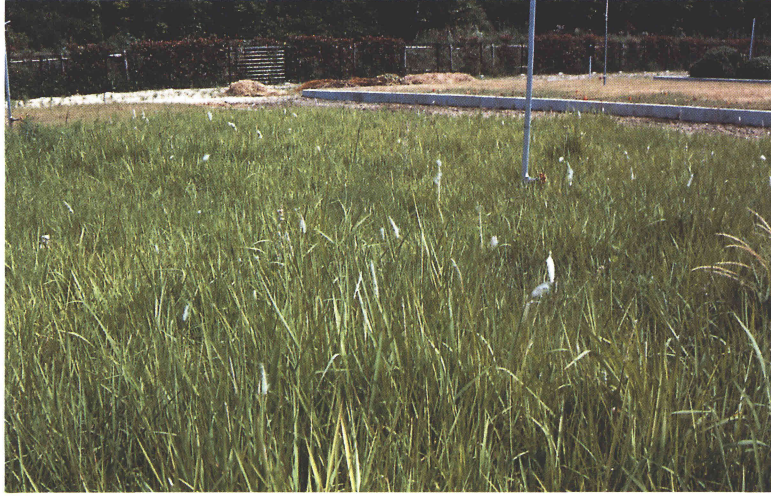


Plate 3-1. View of field-A in the Museum of Nature and Human Activities, June 1994.



Plate 3-2. View of field-B in the Museum of Nature and Human Activities, June 1994. Photograph was taken one year after rhizomes of *Imperata cylindrica* var. *koenigii* were planted.



Plate 3-3. View of the field at the Ina River, June 1994. Photograph was taken five years after seeds of *Imperata cylindrica* var. *koenigii* were sowed.



Plate 3-4. View of the field at the Doki River, Sept. 1994. Photograph was taken one year after seeds of *Imperata cylindrica* var. *koenigii* were sowed.