

日本におけるススキ群落種組成の均一性

加藤 順 *

Homogeneous composition of floristic composition of *Miscanthus sinensis* Andersson stands in Japan from the viewpoint of the genera of the constituent species

Jun Kato

Abstract:

To elucidate the organization of the floristic composition of *Miscanthus sinensis* Andersson stands in Japan, I reviewed the published literature describing the floristic composition of *M. sinensis* from the viewpoint of the genera of the constituent species. A total of 114 researched stands ranging from warm temperate to sub-arctic climates were analyzed. A total of 369 genera and 749 species were recorded. The top eight genera were *Artemisia*, *Solidago*, *Potentilla*, *Lespedeza*, *Aster*, *Arundinella*, *Carex*, and *Pteridium*. Due to precipitation, the climax vegetation of succession in Japan was the forests. Therefore, because of disturbances, succession was halted at the *M. sinensis* stage. In the course of succession, disturbances led to an increase in the genera *Pteridium*, *Arundinella*, *Carex*, and *Lespedeza*. The genera *Artemisia* and *Carex* occurred in the course of succession. *M. sinensis* stands are probably composed of the genera *Artemisia*, *Solidago*, *Potentilla*, *Lespedeza*, *Aster*, *Arundinella*, *Carex*, and *Pteridium*.

Key words:

Ecological equivalents; floristic composition; *Miscanthus sinensis*

はじめに

草原を構成する植物の種組成は同一の場所でも時間の経過とともに変化し、また、植生遷移上時間的に同じ段階にある立地でも、空間的な違いでその組成が変わる。前者の例として、Hayashi (1992) は実験的に裸地化した場所の種組成を7年間にわたり経年経過を観し、時間とともに優占種の交代が起こることを明らかにした。一方、Nishimura et al (1997) は、種組成の空間的変化、つまり場所による環境経度に応じた変化に着目し、霧ヶ峰において標高 1500m から 1900m の間で優占種がススキからノガリヤス属へ移り変わると報告している。これらは群落種組成の自然的、自発的な変化である。他方、群落の種組成の変化は空間的、時間的に同一の立地でも、人為による作用によって変動する。たとえば、Yi et al (2001) は、内蒙古において住民による放牧の強弱による攪乱で草原の種組成変化することを示した。それを用いて、優占種の量とそれらの種に付与したポイントで草原の状態を定量化し、放牧の適不適を判断することができた。

ここでは、ススキ群落を例として、群落組成の時空的また人為作用による変動をふまえたうえで、しかし、いったん群落の優占種がきまれば、その群落は時空の変動にも関わらず固有の種類組成をもつようになる事を示した。これを、植物群落の固有性と変動性とよぶことにする(林 私信)。

沼田 (1987) は、ススキ群落に生育するハギ属 (*Lespedeza*) のヤマハギ *L. bicolor*、ビッチウヤマハギ *L. thunbergii* ssp. *thunbergii* f. *angustifolia*、マルバハギ *L. cyrtobotrya*、ツクシハギ *L. homoloba* を生態的同位種 (ecological equivalents, Lincoln et al 1998) と言及した。それを敷衍すれば、ススキ群落を共通に構成するひとつにハギ属があるという見方ができる。つまり、均一性の観点からススキ群落を俯瞰することができる。同じ属の種同士は、同位種の関係にある可能性が高いので、ススキ群落を構成する属という観点からまとめることができれば、日本に広く分布するススキを優占種とする群落の均一性について論じことができると考えた。それゆえ、この報告の目的は属という観点からまとめて、そこにススキ群落の均一性を見出すことである。

ススキは東アジアに分布する (Chung and Kim 2012)。日本は、年間平均降水量 1718mm (国土

* 加藤 順 〒 385-0022 長野県佐久市岩村田 1940

交通省 2015a) なので、日本における植生遷移の極相は森林である。それゆえ草本ステージから木本ステージへ移行する段階で火入れや刈取という攪乱が作用しなければ、ススキ群落は成立しない(山本ほか 1998)。草本期の植生遷移の進行や攪乱という観点から、均一性について考察する。

方法

ススキ群落の種組成の出典は次の通りである：九州地区 (Itow 1974)、中国地区 (宮脇 1983)、四国地区 (宮脇 1982)、近畿地区 (宮脇 1984)、中部地区 (宮脇ほか 1972, 1977a, 1977c, 1982)、関東地区 (宮脇ほか 1971, 1977b, 1979, 1984; 宮脇 1986)、東北地区 (Lieth et al 1973, 宮脇ほか 1976, 宮脇・佐々木 1980, 宮脇ほか 1983a, 1983b)、北海道地区 (宮脇 1988)。

それぞれの調査地に生育している種について、その被度や群度に関わらず、存在している「1」か否「0」かの二値化したデータに変換した。学名ならびに和名は APG I (Yonekura and Kajita 2003) に準じた。暖かさの指数 W.I. は次のように計算した (吉良 1976)。 i 月の平均気温 t_i について、 $t_i - 5 > 0$ の月だけ ($t_i - 5$) を合算した。

$$W.I. = \sum_{(t_i - 5 > 0)} (t_i - 5) \dots \dots \dots (1)$$

調査地点の暖かさの指数は、最も近いアメダス測定地点 (気象庁 2001) のものとして、標高の違いは、気温低減率 100m あたり 0.55℃ を用いて計算した数値を代用した (吉野 1986)。ひとつの地点近傍の調査地が多くなならないように距離 1km 以内かつ暖かさの指数の差が 10℃・月未満の地点のデータは合算して 1 地点のデータとした。それぞれの種の標本採取地点の取得は国立科学博物館 (2015) から行って、それをもってその種の分布とした。採取地点の緯度経度標高が明記されていないが地籍が明記

されている場合、標本採取地点の地籍表示から緯度経度を取得する場合は、国土交通省 (2015b) を利用した。また緯度経度から標高を所得するには国土交通省 (2015c) を利用した。各属や各種の出現率 Frequency(%) は、次のように算出した：(1) 調査したススキ群落の W.I. のヒストグラムを描いた。(2) 各属や各種の各 W.I. 階級に出現する度数 f をススキ調査地の度数 $f_{\text{Miscanthus}}$ に対する比 F を次式で求めた。

$$F = (f / f_{\text{Miscanthus}}) \times 100 \dots \dots \dots (2)$$

すべて階級の比 F を平均して、その属やその種の出現率 Frequency とした。

それぞれの属の W. I. 階級の出現率を比較するため、沼田 (1949) の Coefficient of individual homogeneity (CH) を計算した。

結果

ススキ群落の調査地点は 114 箇所、ススキの分布 (661 採集地点) と同様に北海道、本州、四国、九州に存在していた (Fig. 1)。また調査したススキ群落の暖かさの指数 W.I. のヒストグラムは亜寒帯の 35℃・月から暖温帯 135℃・月の間にあって、35-45℃・月階級の度数が 1 なので、この報告では 45-55℃・月の階級と合併させて、35-55℃・月の階級として取り扱う (吉良 1976) (Fig. 2)。

調査したススキ群落に出現した種は、369 属 749 種あった。出現率の上位 5 種は、多い順に *Arundinella hirta* (63.3%), *Solidago virgaurea* ssp. *asiatica* (61.6%), *Pteridium aquilinum* ssp. *japonicum* (60.3%), *Potentilla freyniana* (59.7%), *Lysimachia clethroides* (50.1%) であった。

出現した 369 属のうち出現率の上位 8 属は次の通りであった： *Artemisia* (74.3%), *Solidago* (72.9%), *Potentilla* (69.2%), *Lespedeza* (68.4%), *Aster* (63.5%),

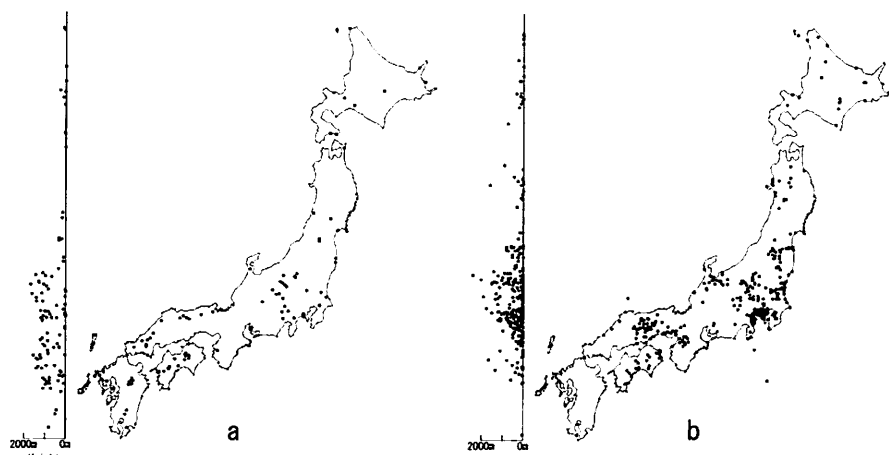


Fig. 1 ススキ群落の調査地点の位置と標高 (a) と採取されたススキ標本の位置と標高 (b).

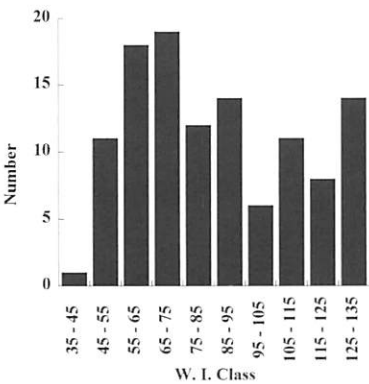


Fig. 2 ススキ群落調査地点のヒストグラム.

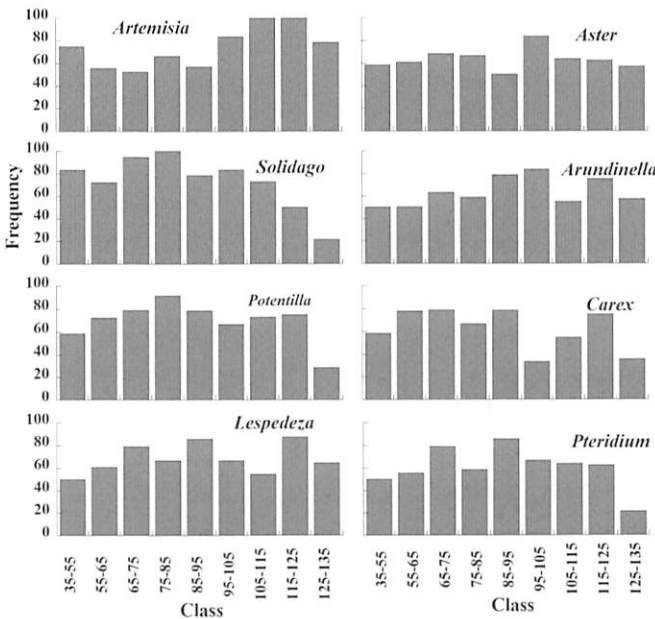


Fig. 3 次の属の出現率分布

Artemisia, *Solidago*, *Potentilla*, *Lespedeza*, *Aster*, *Arundinella*, *Carex*, and *Pteridium*.

Table 1 ススキ群落を構成する属の出現率

Genus	Frequency (%)	Genus	Frequency (%)
<i>Artemisia</i>	74.3	<i>Geranium</i>	15.4
<i>Solidago</i>	72.9	<i>Amphicarpaea</i>	15.3
<i>Potentilla</i>	69.2	<i>Anaphalis</i>	15.3
<i>Lespedeza</i>	68.4	<i>Conyza</i>	15.2
<i>Aster</i>	63.5	<i>Lonicera</i>	14.9
<i>Arundinella</i>	63.3	<i>Lilium</i>	14.8
<i>Carex</i>	62.1	<i>Swertia</i>	14.7
<i>Pteridium</i>	60.3	<i>Akebia</i>	14.7
<i>Viola</i>	57.6	<i>Parnassia</i>	14.5
<i>Lysimachia</i>	57.3	<i>Wisteria</i>	14.4
<i>Cirsium</i>	55.9	<i>Ampelopsis</i>	14.2
<i>Smilax</i>	47.0	<i>Hosta</i>	14.1
<i>Patrinia</i>	46.7	<i>Zoysia</i>	13.9
<i>Ixeridium</i>	46.6	<i>Pinus</i>	13.8
<i>Rubus</i>	45.2	<i>Disporum</i>	13.8
<i>Eupatorium</i>	42.0	<i>Petasites</i>	13.7
<i>Hypericum</i>	40.2	<i>Scabiosa</i>	13.7
<i>Polygala</i>	38.9	<i>Spodiopogon</i>	13.6
<i>Adenophora</i>	38.4	<i>Ilex</i>	13.3
<i>Gentiana</i>	38.1	<i>Ranunculus</i>	13.0
<i>Rosa</i>	37.2	<i>Celastrus</i>	13.0
<i>Fallopia</i>	32.6	<i>Hydrocotyle</i>	12.4
<i>Haloragis</i>	31.3	<i>Vaccinium</i>	12.2
<i>Pleioblastus</i>	30.8	<i>Themedra</i>	12.1
<i>Imperata</i>	29.3	<i>Serratula</i>	12.1
<i>Dioscorea</i>	28.9	<i>Vicia</i>	11.7
<i>Quercus</i>	27.7	<i>Synurus</i>	11.5
<i>Angelica</i>	25.9	<i>Chamaecrista</i>	11.5
<i>Galium</i>	25.5	<i>Rumex</i>	11.4
<i>Sanguisorba</i>	25.3	<i>Kummerowia</i>	11.3
<i>Picris</i>	25.3	<i>Liriope</i>	11.2
<i>Rhododendron</i>	25.2	<i>Leibnitzia</i>	11.1
<i>Paederia</i>	24.7	<i>Arthraxon</i>	11.0
<i>Agrostis</i>	23.2	<i>Veratrum</i>	10.9
<i>Sasa</i>	21.9	<i>Lotus</i>	10.8
<i>Isodon</i>	21.8	<i>Cymbopogon</i>	10.8
<i>Equisetum</i>	21.1	<i>Festuca</i>	10.6
<i>Salix</i>	21.0	<i>Eurya</i>	10.4
<i>Thalictrum</i>	20.9	<i>Iris</i>	10.3
<i>Cocculus</i>	20.4	<i>Vitis</i>	10.2
<i>Achillea</i>	20.3	<i>Calamagrostis</i>	10.2
<i>Pueraria</i>	19.3	<i>Agrimonia</i>	10.1
<i>Erigeron</i>	19.2	<i>Indigofera</i>	9.9
<i>Astilbe</i>	18.9	<i>Brachypodium</i>	9.8
<i>Dianthus</i>	18.0	<i>Vincetoxicum</i>	9.8
<i>Desmodium</i>	18.0	<i>Lactuca</i>	9.7
<i>Elaeagnus</i>	17.9	<i>Inula</i>	9.6
<i>Luzula</i>	16.5	<i>Dunbaria</i>	9.6
<i>Prunella</i>	16.5	<i>Clematis</i>	9.6
<i>Aletris</i>	16.0	<i>Hemerocallis</i>	9.2

Arundinella (63.3%), *Carex* (62.1%), and *Pteridium* (60.3%) (Table 1) (Fig. 3)。

Artemisia 属に出現する種は、多い順に *A. indica* var. *maximowiczii* (40.4%), *A. japonica* (35.4%), *A. montana* (9.8%), *A. lancea* (9.2%), *A. keiskeana* (6.5%), *A. indica* (4.6%), *A. stolonifera* (3.4%), *A. capillaris* (1.0%), *A. monophylla* (0.6%), *A. stelleriana* (0.6%) であった。*A. indica* var. *maximowiczii* は、階級 35-55℃・月以外の階級で出現し、*A. japonica* は、総ての W.I. 階級で出現した。これら 2 種が *Artemisia* 属では大きな割合を占めていた。*A. montana* は、寒冷な W.I. の階級での出現が多かった (Fig. 4)。*A. montana* が *A. indica* var. *maximowiczii* が生育しない W.I. 階級で出現することによって *Artemisia* 属の高い出現率を保っていた。

Solidago 属に出現する種は、多い順に *S. virgaurea* ssp. *asiatica* (61.6%), *S. virgaurea* ssp. *gigantea* (6.7%), *S. altissima* (5.0%), *S. virgaurea* ssp. *leiocarpa* (2.5%) だった。*S. virgaurea* ssp. *asiatica* がすべての階級で出現したが、残りの 3 種が出現率の低い W.I. 階級を補って総合的に高い出現率を実現していた (Fig. 5)。

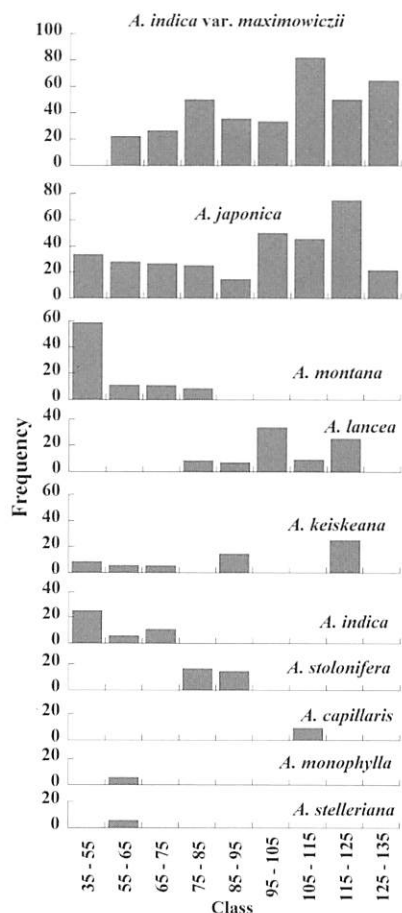


Fig. 4 *Artemisia* 属の出現率分布。

Potentilla 属に出現する種は、多い順に *P. freyniana* (59.7%), *P. fragarioides* var. *major* (29.8%), *P. anemonifolia* (7.7%), *P. discolor* (1.9%), *P. cryptotaeniae* (1.2%), *P. hebiichigo* (1.0%), *P. chinensis* (0.8%), *P. niponica* (0.6%) だった。*P. freyniana* と *P. fragarioides* var. *major* が大きな割合を占めていて、*P. anemonifolia* が高い W.I. 階級を補っていた (Fig. 6)。

Lespedeza 属に出現する種は、多い順に *L. cuneata* (35.1%), *L. pilosa* (32.3%), *L. cyrtobotrya* (25.1%), *L. bicolor* (24.5%), *L. homoloba* (3.4%), *L. virgata* (3.2%), *L. buergeri* (1.0%), *L. cuneata* var. *serpens* (1.0%) だった。*L. cuneata*, *L. pilosa*, *L. cyrtobotrya*, *L. bicolor* の 3

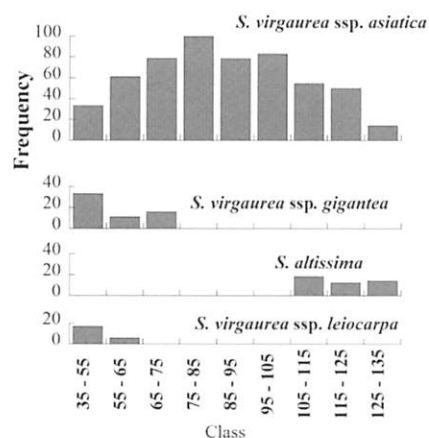


Fig. 5 *Solidago* 属の出現率分布。

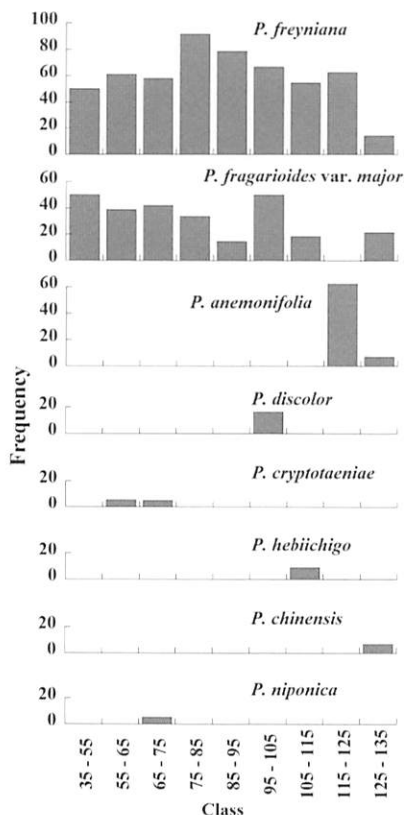


Fig. 6 *Potentilla* 属の出現率分布。

種が合わさって大きな割合を占めていたが、足りない低いW.I.階級は *L. bicolor* が補っていた (Fig. 7)。

Aster 属に出現する種は、多い順に *A. scaber* (37.2%), *A. microcephalus* var. *ovatus* (25.4%), *A. hispidus* var. *hispidus* (17.2%), *A. ageratoides* var. *ageratoides* (5.3%), *A. glehnii* var. *hondoensis* (3.9%), *A. semiamplexicaulis* (3.2%), *A. yomena* (2.8%), *A. iinumae* (2.0%), *A. novi-belgii* (0.6%) だった。*A. scaber*, *A. microcephalus* var. *ovatus*, *A. hispidus* var. *hispidus* が合わさってすべてのW.I.階級で出現率を保っていた (Fig. 8)。*Arundinella* 属は、*A. hirta* だけであって、1種ですべてのW.I.階級での出現率を維持していた (Fig. 3)。

Carex 属に出現する22種は、多い順に *C. lanceolata* (24.9%), *C. nervata* (24.8%), *C. blepharicarpa* (8.0%), *C. leucochlora* (6.5%), *C. siderosticta* (3.9%), *C. caryophylla* var. *microtricha* (3.3%), *C. oxyandra* (1.9%), *C. stenostachys* var. *cuneata* (1.9%), *C. pucillisquama* (1.9%), var. *lenta* (1.8%), *C. stenostachys* var. *ikegamiana* (1.8%), *C. humilis* var. *nana* (1.8%), *C. duvaliana* (1.4%), *C. dimorpholepis* (1.4%), *C. multifolia* (1.2%), *C. conica*

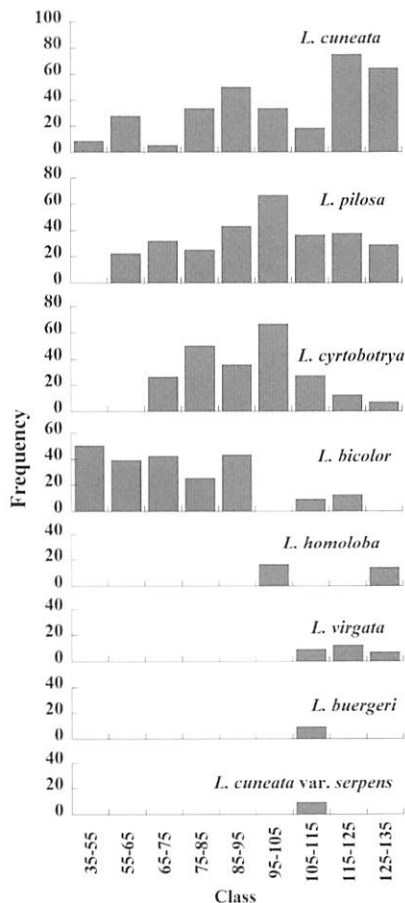


Fig. 7 *Lespedeza* 属の出現率分布.

(1.0%), *C. temnolepis* (1.0%), *C. incisa* (0.9%), *C. pisiformis* (0.8%), *C. alterniflora* var. *rubrovaginata* (0.6%), *C. arenicola* (0.6%), *C. japonica* (0.6%) だった (Fig. 9)。*C. lanceolata*, *C. nervata*, *C. blepharicarpa* の3種ですべてのW.I.階級をカバーしていた。*Pteridium* 属は *P. aquilinum* ssp. *japonicum* だけであった。高いW.I.階級でやや低い出現率であったが、そのほかの階級では高い出現率だった (Fig. 3)。

出現率が高い属のCHは低かった (Fig. 10)。これは高い出現率の属は均一な出現率を持つ傾向にあったことを示す。

これらのことから、*M. sinensis* 群落は、*Artemisia*,

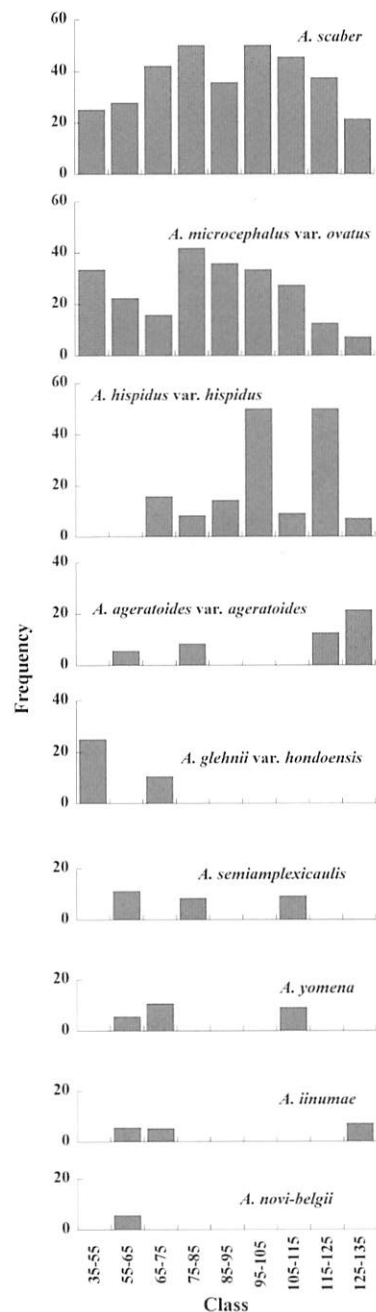


Fig. 8 *Aster* 属の出現率分布.

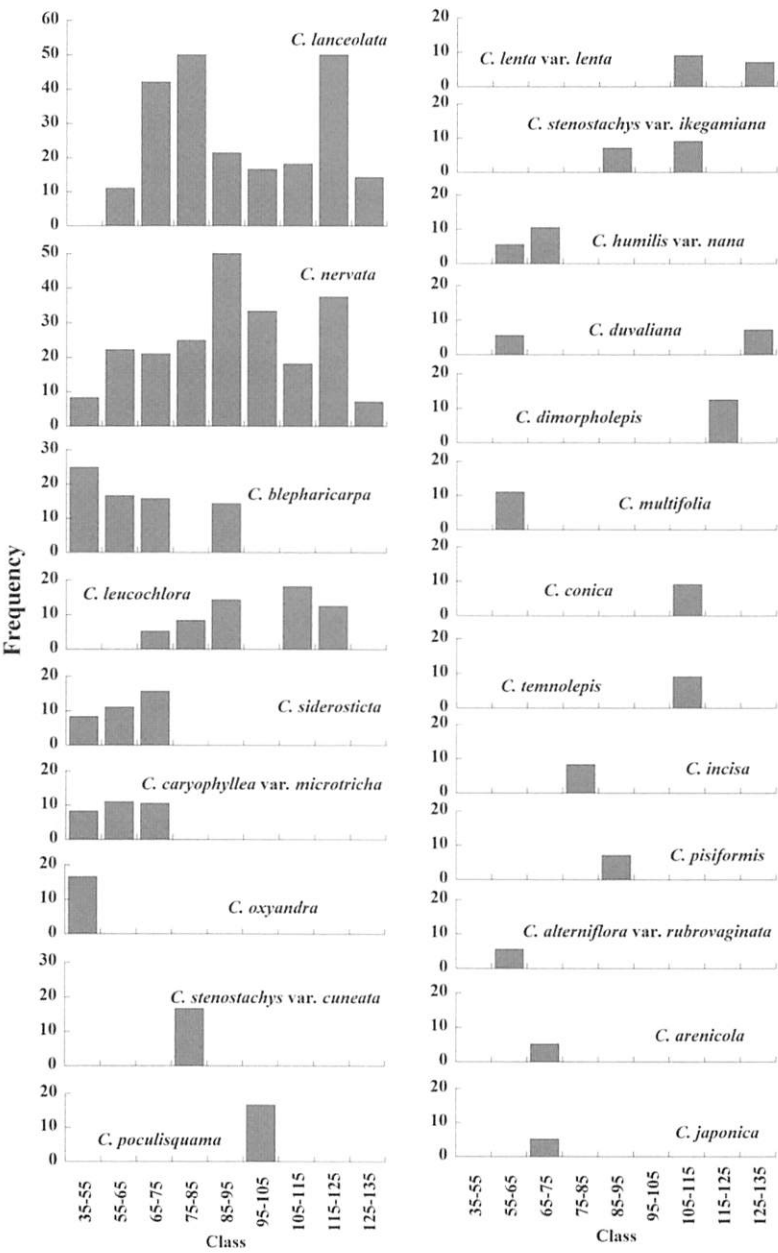


Fig. 9 *Carex* 属の出現率分布 .

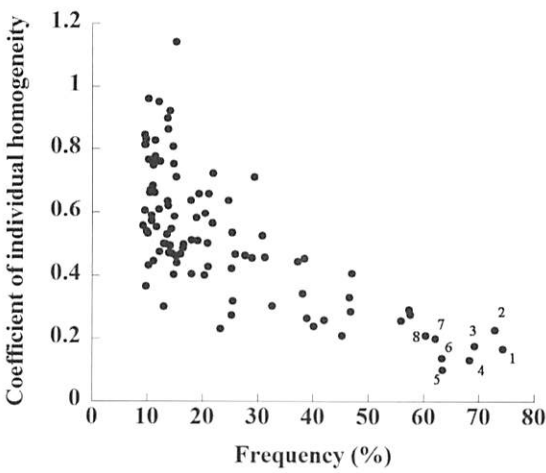


Fig. 10 それぞれの属における出現率と the coefficient of individual homogeneity の関係 .
数字 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 はそれぞれ次の属を表す
Artemisia, *Solidago*, *Potentilla*, *Lespedeza*, *Aster*, *Arundinella*, *Carex*, *Pteridium*.

Solidago, *Potentilla*, *Lespedeza*, *Aster*, *Arundinella*, *Carex*, *Pteridium* 属を共通に構成要素として持つ均一性があると言える。

考察

林 (2003) によれば、草本期植生遷移でススキステージの前でのステージの優占種は、亜寒帯では *A. montana*、冷温帯では *A. indica* var. *maximowiczii*、暖温帯では *S. altissima* になるという。Hayashi (1992) は、冷温帯の実験において、ススキステージの直前まで *A. indica* var. *maximowiczii* が優占種であったことを報告している。このことから推察すれば、ススキ群落において *Artemisia* 属が高い確率で生育するのも理にかなう。

この報告に出た 22 種の *Carex* 属のうち *C. nervata*, *C. siderosticta*, *C. caryophyllea* var. *microtricha*, *C. stenostachys* var. *cuneata*, *C. arenicola*, *C. japonica* の 6 種の生活形は、叢生でないが、これら以外の 16 種は生活形が叢生であり株を形成する (星野ほか 2011)。林 (2003) は、生活形が叢生で株を形成する種はススキのステージに優占種になるという。これらのことから、*Carex* 属がススキ群落に生育する可能性が高い事実を下支えする。

Martin et al (1975) は、火入れが休眠中の *Lespedeza* 属の発芽を促すと報告している。このことから、ススキ群落を維持するための火入れという攪乱が *Lespedeza* 属を発芽させることは十分考えられる。

沼田 (1987) は、刈取という攪乱に対する構成種の影響を報告した。仮に年 1 回の刈取に限定すると、増加するのは *P. aquilinum* ssp. *japonicum*, *A. hirta*, *C. nervata*, *C. lanceolata* という。Hayashi (1994) は同種の実験で、*C. nervata*, *C. humilis* var. *nana* をあげていて、いずれの結果も今回の分析と適合する。

謝辞

林 一六博士には草稿を読んでいただき有益なコメントをいただいた。酒井君にはデータの電子化に協力してもらった。

文献

Chung JH, Kim DS. 2012. Miscanthus as a potential bioenergy crop in East Asia. J Crop Sci

Biotech 15: 65-77.

Hayashi I. 1992. Secondary succession of herbaceous communities in Japan: A case study in Sugadaira, Central Japan. Bull Sugadaira Montane Res Center 12: 1-12.

林 一六. 1994. ススキ草原の実験群落学: 地上部刈り取り回数に応じた種類組成の変化. 日本生態学会誌 44: 161-170.

林 一六. 2003. 植物生態学. 古今書院, 東京.
星野卓二・正木智美著・西本眞理子. 2011. 日本カヤツリグサ科植物図譜. 平凡社, 東京.

Itow S. 1974. Phytosociological studies on grassland vegetation in western Japan. Phytocoenologia 1: 306-338.

気象庁. 2001. 平年値 (1971-2000). 気象業務支援センター, 東京. CD-ROM.

古良竜夫. 1976. 陸上生態系. 共立出版, 東京.

Lieth H, Numata M, Suganuma T. 1973. Studies of the grassland vegetation in the Kawatabi special research area of the Japanese IBP. Vegetatio 28: 41-56.

Lincoln RJ, Boxshall GA, Clark PF. 1998. A dictionary of ecology, evolution and systematics, 2nd ed. Cambridge Univ Press, Cambridge.

Martin R. E., Miller R. L. and Cushwa C. T. 1975. Germination response of legume seeds subjected to moist and dry heat. Ecology. 56, 1441-1445.

国土交通省. 2015a. URL: http://www.mlit.go.jp/river/pamphlet_jirei/bousai/saigai/kiroku/suigai/suigai_3-1-1.html. 16 July 2015 閲覧.

国土交通省. 2015b. URL: <http://nlftp.mlit.go.jp/isyj/>. 8 December 2015 閲覧.

国土交通省. 2015c. URL: <http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-G04-d.html>. 8 December 2015 閲覧.

国立科学博物館. 2015. URL: <http://sci-net.kahaku.go.jp/>. 8 December 2015 閲覧.

宮脇昭. 1982. 日本植生誌, Vol. 3. 四国. 至文堂, 東京.

宮脇昭. 1983. 日本植生誌, Vol. 4. 中国. 至文堂, 東京.

宮脇昭. 1984. 日本植生誌, Vol. 5. 近畿. 至文堂, 東京.

宮脇昭. 1986. 日本植生誌, Vol. 7. 関東. 至文堂, 東京.

- 京.
- 宮脇昭. 1988. 日本植生誌, Vol. 9. 北海道. 至文堂, 東京.
- 宮脇昭・一寸木肇・藤原一絵・原田洋・保坂和子・堀田一弘・井上香世子・河野耕三・河野昭一・前田文和・持田幸良・望月陸夫・大場達之・大野啓一・大田弘・奥田重俊・齊藤一子・佐々木あや子・佐々木寧・新谷育生・小路登一・杉本説次・鈴木邦雄・遠山三樹夫. 1977a. 富山県の植生. 富山県植生調査研究会.
- 宮脇昭・藤原一絵・原田洋. 1976. 福島県浜通り(双葉地区)の植生. *Bull Yokohama Phytosociological Soc* 2: 1-70.
- 宮脇昭・藤原一絵・中村幸人・村上雄秀・鈴木伸一. 1983a. 酒田市の潜在自然植生: 緑豊かな都市創造の基礎的研究. 酒田市.
- 宮脇昭・藤原一絵・鈴木照治・原田洋. 1971. 藤沢市の植生: 都市環境保全に対する植物社会学的基礎研究. 藤沢市.
- 宮脇昭・奥田重俊・藤原一絵・大山弘子・山田政幸. 1977b. 佐倉市の植生. 佐倉市.
- 宮脇昭・奥田重俊・藤原一絵・木村雅史・箕輪隆一・弦巻久仁子・片桐正行・山崎惇・萩原忠敬・成瀬正行. 1979. 鹿島及びその周辺域の植生. *Bull Yokohama Phytosociological Soc* 8: 1-122.
- 宮脇昭・奥田重俊・中村幸人・鈴木伸一. 1982. 半田市の植生. 半田市.
- 宮脇昭・奥田重俊・佐々木寧・松井浩・鷹野秀夫・鈴木伸一・塚越優美子・益田康子. 1983b. 高畠町の植生: 植生調査を基礎とした高畠町の環境保全基本指針. 高畠町.
- 宮脇昭・奥田重俊・鈴木伸一・塚越優美子・金聖徳・金鍾元. 1984. 沼田市の植生. 沼田市.
- 宮脇昭・佐々木寧. 1980. 下北半島周辺の植生. *Bull Yokohama Phytosociological Soc* 13: 1-121.
- 宮脇昭・鈴木邦雄・佐々木寧・藤原一絵・原田洋. 1972. 若狭高浜・田ノ浦地区の植生: 環境保全林のための植物社会学的研究. 関西電力株式会社.
- 宮脇昭・鈴木邦雄・藤原一絵・原田洋・佐々木寧・奥田重俊・中村幸人・右手和夫・大山弘子・井上香世子・箕輪隆一. 1977c. 山梨県の植生. 山梨県.
- Nishimura N, Soga Y, Tsuda S, Saijoh Y, Mo WH. 1997. Altitudinal variation in the species composition of main grasses in the Kirigamine Subalpine grassland. *J Jpn Soc Grassl Sci* 42: 324-334.
- 沼田真. 1949. 植物群落統計における標本抽出論の基礎 - 植物群落の構造に関する研究 III. 植物学雑誌 62: 35-38.
- 沼田真. 1987. 植物生態学論考. 東海大学出版.
- 山本嘉人・八木隆徳・斎藤吉満・桐田博充. 1998. 放牧によるススキ型草地の植生遷移に伴う群落の種多様度指数 H' の変化. *日本草地学会誌* 44: 122-126.
- Yi R, Hayashi I, Nakamura T, Shiyomi M. 2001. Changes in floristic composition of grasslands according to grazing intensity in Inner Mongolia, China. *Jpn Soc Grassl Sci* 47: 362-369.
- Yonekura K, Kajita T. 2003. BG Plants: Japanese name-scientific name index (YList). URL: http://bean.bio.chiba-u.jp/bgplants/ylist_main.html. 3 September 2013 閲覧.
- 吉野正敏. 1986. 小気候. 地人書館.