

# 日本における自然草原の気候要因から見た植生帯区分とその温暖化による影響

## 1. 気候要因から見た自然草原の植生帯区分研究の現状

西村 格\*・佐々木寛幸\*\*・西村由紀\*\*\*

\*元富山大学理学部 (930-8555 富山市五福)

\*現在 : 320-0066 宇都宮市駒生 1-6-4

\*\*農林水産省草地試験場 (329-2793 栃木県西那須野町)

\*\*\*元東北大学理学部 (980-0862 仙台市青葉区川内)

\*\*\*現在 : 177-0041 東京都練馬区石神井町

\* Faculty of Science, Toyama University, Gofuku, Toyama 930-8555, Japan

\* Present address : 1-6-4 Komanyu, Utsunomiya 320-0066, Japan

\*\* National Grassland Research Institute, Nishinasuno, Tochigi 329-2793, Japan

\*\*\* Faculty of Science, Tohoku University, Kawauchi, Aoba, Sendai 980-0862, Japan

\*\*\* Present address : Shakujii, Nerima, Tokyo 177-0041, Japan

受付日 : 2001年1月9日/受理日 : 2001年1月22日

### Synopsis

Noboru NISHIMURA, Hiroyuki SASAKI and Yuki NISHIMURA (2001): Ecological Consideration for the Distribution of Natural Grassland Vegetation Zones in Relation to the Climate and Climate Change in Japan. 1. Natural Grassland Vegetation Types for the Grassland Zoning in Relation to the Climate in Japan. *Grassland Science* 47, 82-85.

In order to predict the changes of the natural grassland vegetation in global warming, it is necessary for us to clarify the relationship between the natural grassland vegetation zones and the climate. But that relationship has not been argued out in Japan. Therefore we investigated which of the vegetation types are appropriate to clarify that relationship from the first. We concluded that the short-grass type vegetation established under the artificial and natural pressures in the process of the grassland succession was the most appropriate for the above purpose. As the results, we separated the temperate vegetation from the subarctic one with *Zoysia japonica*-type grassland. The cool-temperate vegetation was separated from the warm-temperate vegetation with the ranges of *Sasa* and *Pleioblastus*.

**Key words :** Climatic factor, Grassland vegetation type, Natural grassland, Vegetation zone, *Zoysia japonica*.

### はじめに

現在の日本の自然草原植生における気候的な植生帯区分は、NUMATA (1961, 1969, 1974) が最初に行った。その草原植

生による植生帯区分を図1に示した。これは館脇 (1942), 吉井ら (1940), YOSHIOKA (1955), SUGANUMA (1966, 1967), ITO (1970, 1974) にも見られる様に、植物社会学的な検討から来た区分である。そのため自然草原の植生型の分布と気候的な環境要因との直接の関係には、ほとんど触れられていない。この図はその後、菅沼 (1983), NISHIMURA (1985) などが亜熱帯部分を一部加筆修正して図2のように示している。これらの自然草原植生による植生帯区分が、本多 (1912), 吉良 (1949, 1971), 吉良ら (1976), 野上・大場 (1991) あるいは内嶋 (1993) の示した森林植生の気候帯区分などと異なる点は、例えば、本多 (1912) が温帯林は年平均気温 6°C 以上 13°C 以下としているような年平均気温や、吉良 (1949) の用いた暖かさの指数・寒さの指数あるいは積算気温・乾湿指数など、温度や降水などの気候要因から見て統一した基準で植生帯区分の境界が示されていない点にある。また、温暖多雨の日本では、WALTER (1968) の示した欧亜大陸の気温と降水量等の気候要因との関係に見られる気候帯とステップ草原型の記載とも異なり、内蒙古植被 (中国科学院内蒙古宁夏综合考察隊: 1985) などに見られる草原植生帯の気候要因との関係の記述ともかなりずれている。これは田端 (2000) が指摘している森林植生帯区分と同様に、欧亜大陸の草原植生帯の温度環境との関係に対比する時には名称のずれの問題が残ると言える。しかし、この問題には今回は触れないことにした。

### 1. 日本における自然草原の植生帯区分と気候の関係の問題点

#### (1) 温帯域の自然草原植生帯区分の現状

NUMATA (1961, 1969) は図1, 表1の様に日本の自然草原

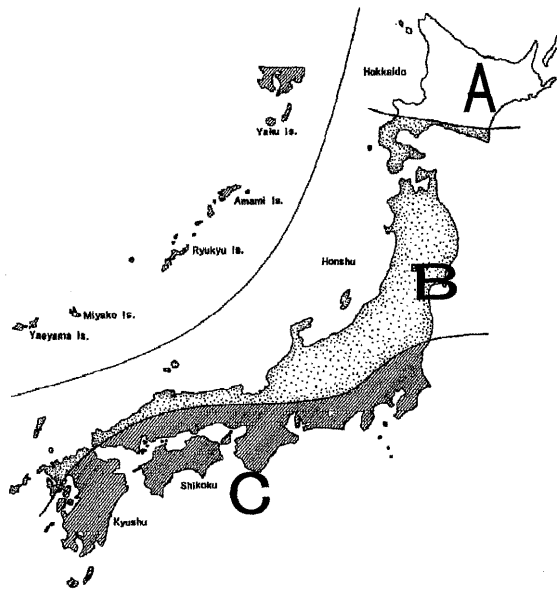


図 1. 日本における草原植生帯 (NUMATA: 1969)  
(The horizontal zones of grassland vegetation  
in Japan).

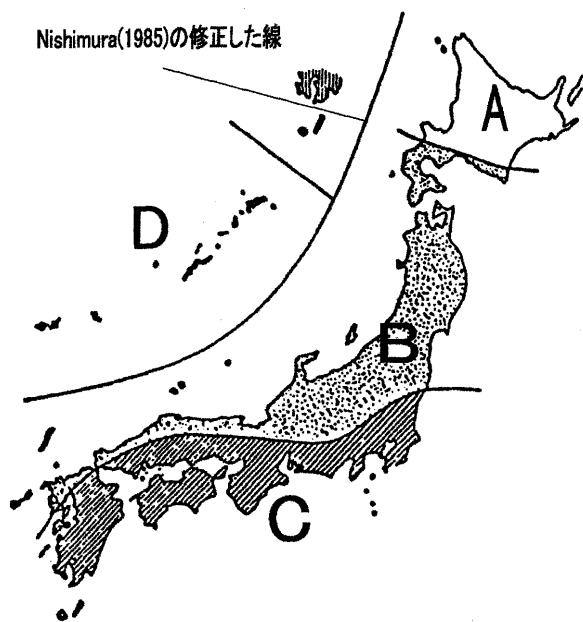


図 2. 菅沼が亜熱帯域を加えたわが国の草地植生帯の図  
(菅沼: 1983).  
NUMATA (1969) の原図に NUMATA (1971), 飯泉  
(1974) から D 帯を設けた.

植生の水平的地帯区分の冷温帯域の北限は、シバ (*Zoysia japonica*-type) 草原とススキ (*Miscanthus sinensis*-type) 草原の分布域から決めている。亜寒帯域や亜高山帯域となると短草型草原は、ナガハグサ (*Poa pratensis*)・ウシノケグサ (*Festuca ovina*)・オオウシノケグサ (*F. rubra*) を主体とする草原であり、長草型草原ではイワノガリヤス (*Calamagrostis langsdorffii*) などを主体とするノガリヤス

(*Calamagrostis*-type) 草原に変化する。その後の多くの草原植生の調査結果を併せて考えると、まず温帯域の草原植生として短草型 (または放牧型) の  $C_4$  植物であるシバ (*Zoysia japonica*-type) 草原の分布域を温帯域として、植生帯区分の指標として用いた方が良く見受けられる。これは、①この境界線が沼田 (1969), 北村 (1962, 1970), 池田・星野 (1978), 西村ら (1980), 松村 (1981), 庄司 (1983) らが示すシバの種としての分布域の内側にあり、シバ草原としての分布はこの線に近いこと、②この温帯域に分布する長草型 (または採草型) 草原の主要構成種は、これも  $C_4$  植物であるススキ (*Miscanthus sinensis*) であるが、このススキの草原としての分布域はシバ型草原の分布域よりも広く高緯度地域まで分布するためである。例えば、館脇・辻井 (1956) は北海道の知床半島まで分布しているとしており、足立 (1956), NUMATA and MITSUDERA (1969), 嶋田ら (1992) が示すように、NUMATA (1969) の区分した温帯域の北限とは必ずしも一致していない。また、③西村ら (1997) や Mo *et al.* (1998) らの研究から、長草型のススキ草原とノガリヤス (*Calamagrostis*) 属の草原との分布域の境界を決める要因を見ると、それぞれの種として最適の生育温度環境に分布するとは限らず、遷移の途中相では後に述べるが他の種との相対的な競争関係によって、その群落の成立条件が決まる事が示されているので、これを用いるのは難しいためである。

また、シバ草原の南限は NUMATA (1961, 1969), 沼田 (1969) の段階では亜熱帯域の草原植生は未だ余り調査されていなかった。このため、亜熱帯域は区分されておらず不明であった。その後、飯泉ら (1974, 1975), 菅沼ら (1976) の調査をもとに菅沼 (1983) が、植物社会学的立場からチガヤ (*Imperata cylindrica*-type) 草原、コウライシバ (*Zoysia tenuifolia*-type) 草原などを加えて図 2 の様に亜熱帯部分を加筆修正している。その区分では、森林植生の区分と同様に暖かさの指数  $180^{\circ}\text{C}\cdot\text{月}$  付近のトカラ列島の南に境界線を引いている。さらに、それを NISHIMURA (1985) が、屋久島の北に引き直したが、この線はシバ型草原とコウライシバ型草原の分布境界から引いたものである。しかし、松村 (1981) が指摘している馬毛島などの問題が残され、気候要因との関係は何れも検討されておらず確定的な区分とは言えない状態で今日に至っていた。この馬毛島については、佐々木ら (1959) の報告を見ると、海岸岩地荒原にコウライシバ群叢、砂浜地にハマゴウ-コウライシバ-ハマグルマ-タイトゴメ群叢の記載があり、この島の沿海域には自然草原としてコウライシバ草原があったと見られ、シバ草原は分布しなかったと考えられる。シバ草原の分布域を日本の温帯域とするならば、SUGANUMA (1966) は年平均気温で  $3.6\sim 11.6^{\circ}\text{C}$ 、暖かさの指数で  $42.6\sim 89.5^{\circ}\text{C}\cdot\text{月}$ 、寒さの指数で  $-6.9\sim -60.5^{\circ}\text{C}\cdot\text{月}$  の範囲に分布している事を示し、その後、Iro (1970) が南限に関して年平均気温で  $15.4^{\circ}\text{C}$  の地点まで分布している事を示しているが、自然草原植生を地帯区分するための直接的な温度環境との関係としては整理されず現在に至っている。

(2) 温帯域内での冷温帯域と暖温帯域の自然草原の植生帯区分の現状

表 1. 日本における草原植生帯 (NUMATA, 1969) (The horizontal zones of grassland vegetation in Japan).

草原植生帯 (Grassland zones)	草原植生 (Grasslands vegetation)		気候 (Climates)
	採草草地 Mowing (Meadows)	放牧草地 Grazing (Pastures)	
A	ササ型 ( <i>Sasa</i> type)	ナガハグサ型 ( <i>Poa pratensis</i> type)	亜寒帯又は寒温帯 (Subarctic or cold-temperate)
B	ススキ型 ( <i>Miscanthus sinensis</i> type)	シバ型 ( <i>Zoysia japonica</i> type)	冷温帯と日本海型 (Cool-temperate and Japan-sea side type)
C	ススキ-ネザサ型 ( <i>Miscanthus-Pleioblastus</i> type)	ネザサ型 ( <i>Pleioblastus distichus</i> var. <i>nezasa</i> type)	暖温帯 (Warm temperate)

温帯域の中の草原植生を冷温帯域と暖温帯域に区分する境界についても、気候環境との関係は明確ではない。SUGANUMA (1966) は、わが国の放牧地の半自然草原植生であるシバ草原を最初に植物社会学的に分類した。それは次の4群集の区分、① シバ-ニオイタチツボスミレ群集 (*Violo-Zoysietum*)、② シバ-ゲンノショウコ群集 (*Geranio-Zoysietum*)、③ シバ-アズマギク群集 (*Erigero-Zoysietum*)、④ シバ-トダシバ群集 (*Arundinello-Zoysietum*) であった。この中の①~③は主として冷温帯に分布し、③はブナ (*Fagus*) 帯 (冷温帯) でも、やや暖かい沿岸地域に分布する群集と見ていた。そして④のシバ-トダシバ群集は、暖温帯に分布する群集として記載した。このシバ-トダシバ群集には、ネザサ (*Pleioblastus chino* var. *viridis*) が識別種として含まれている。その後、Ito (1970) によって南西日本を中心にシバ草原が調査され、シバ-ツボクサ群集 (*Centello-Zoysietum*) を認め、九州の半自然放牧草原の調査を進めた結果、SUGANUMA (1966) のシバ-トダシバ群集は、シバ-ツボクサ群集の中のトダシバ亜群集 (*Subass. of Arundinella hirta*) として含まれる見解が発表され、現在はこの区分がシバ草原の基準として用いられている。しかし、これらはブナの分布との関係で間接的に気候要因との関係は表現されているが、気候要因を直接的に自然草原の植生帯区分に関連させた検討はされていない。

一方、ササ (*Sasa*) 属植物あるいはメダケ (*Pleioblastus*) 属植物の種の分布域に着目した研究が見られる。これらの分布域も気候環境との関係で完全に区分されるわけではない。伊藤 (1966) はネザサ (*Pleioblastus chino* var. *viridis*) を暖温帯の人為的な環境地 (man-made habitat) の二次林とか草原あるいは田畑畔などに普遍的に生育するとしている。また、NUMATA (1969) もアズマネザサ (*Pleioblastus chino* var. *chino*) を含むネザサが暖温帯域に分布することに着目し、これらの種がススキ草原やシバ草原で混生するか否かでB帯 (冷温帯) とC帯 (暖温帯) を区分している。裏日本ではササ属と共にスズタケ (*Sasamorpha*) 属が分布しているので、この属も冷温帯域に分布する属と考えられていた。ササ属とその周辺の植物の種としての分布は、薄井 (1961)、鈴木 (1978) や豊岡ら (1983) の研究があり、積雪との関係が検討されている。薄井 (1961) はアズマネザサの分布域につ

いて、ササ属との違いを積雪に着目し、その根雪の有無に言及している。また、鈴木 (1978) は、ササ属の分布と温度環境との関係は見いだせず、ササ属の生育と積雪は関係があり、小型のササであるミヤコザサ (*Sect. Crassinodi* Nakai) 節の分布境界線を最大積雪深 50 cm 以下の地域としている。これ以外は、これらの種の分布と気候的な環境要因との関係については、ほとんど論じられて来なかったと言ってよい。

これら以外にメダケ属のネザサやアズマネザサについて気候要因との関係で検討した研究は少なく、暖温帯域のススキ草原に家畜が放牧された時に出現する群落として、鈴木・阿部 (1959)、SUGANUMA (1966, 1967)、菅沼 (1983)、Ito (1974) などが群落組成や植生遷移の面から検討し、小山ら (1993, 1994) の研究も物質生産の視点が研究の中心である。

これらの研究から見るとメダケ属のネザサやアズマネザサとササ属は混生する地域もあるが、ネザサやアズマネザサは主として暖温帯に分布する種と言える。宮脇 (1977) もメダケ属は暖温帯に分布しヤブツバキ域に出現するとしている。ササ属植物の一部は、ブナクラス域の標徴種となっているように、NUMATA (1969) の示した草原植生帯の亜寒帯から冷温帯には主としてササ属やスズタケ属の植物群落が分布する地域と見る事が出来る。このようにメダケ属とササ属の有無によって、日本の自然草原の植生は暖温帯域と冷温帯域がおおよそ区分されると見られる。

このように見て来ると日本における自然草原の温暖化による植生変化を予測するための植生帯と温度環境の関係を見ることは、過去の研究が植物社会学的な植生分類上から見た植生帯区分であり、このため直接、草原植生と気候環境との関連を見た研究はなく、過去の研究結果だけから予測することは非常に難しい。この分野での研究の遅れがわかる。そこで今回は、日本の各草原植生帯を区分する主要な草原植生型の分布と気候要因の関係を再整理して、検討する事とした。

## 2. 日本の自然草原植生の遷移段階と植生帯区分種

上記の多くの研究から、気候要因と関連させて草原植生帯を区分するに適する種を含む草原を以下のように抽出してみた。日本の自然草原を中心とした植生遷移は、温帯では森林伐採直後は、大型の草本であるススキ (*Miscanthus*) 属を主体とする植生あるいはササ (*Sasa*) 属やメダケ

(*Pleiblastus*) 属主体の草原が出現する。この長草型の草原は、大迫 (1937)・吉田 (1950, 1956) あるいは NUMATA (1969) が示したように、例えばススキ (*Miscanthus sinensis*-type) 草原は、利用のプレッシャーが強まるとシバ (*Zoysia japonica*-type) 草原となり、それが弱まると OHGA (1986) が示したように、低木期を経て 15 年ほどで森林植生に戻るの一般的である。温帯域におけるシバを主体とした短草型の草原植生は、山地や海浜の風衝、動物の採食あるいは採草・火入れ等の自然的あるいは人為的な利用のプレッシャーが非常に強い時に初めて安定した植生として成立・維持される植生型である。また、短草型であるためシバ草原は、他の植生型よりも気候要因の影響を比較的受けやすい。同時に、この植生型を維持している限り、他の植生との競争関係は少ないと考えられる。これはモンスーン気候である日本の草原植生は、遷移の過程で何らかのプレッシャーとの相互関係で成立している植生が大部分を占めるためである。

この草原植生帯を区分する境界付近の環境要因との関係を総合的に明らかにしている研究は、霧ヶ峰草原の西村ら (1997), Mo *et al.* (1998) らの長草型草原における一連の研究以外には少なく、嶋田ら (1992) や嶋田 (2000) が北限のススキの分布が冬期間の低温よりも、夏の生育期間中の積算気温と関係するとした研究以外には見当たらない。西村ら (1997) や Mo *et al.* (1998) の研究では、図 3 に示したように長草型のススキ草原とノガリヤス (*Calamagrostis*) 属の草原との分布域は、標高の増加に伴った温度環境の変化で明確に区分されている。しかし、これらの研究の中ではその分布域の決定は、それぞれの種として最適の生育温度環境に分布するとは限らない事を明らかにしている。この草原の植物群落内部では、個々の種個体群が、長日性・短日性植物の差から来る季節的な生産構造の違い、 $C_4$ ・ $C_3$ 植物の違いから来る温度による光合成効率の差などの、生育特性の違いから来る相対的な種間の競争関係によって分布域が決定されることをこの研究は示している。従って、長草型の種は温度環境を中心とした場合の区分種に用いることは余り適当でない事を示したと言える。これに類する研究は日本の草原植生では他には見られない。短草型であるシバ草原の遷移段階を中心に、NUMATA (1969) の草原植生帯区分がなされたとすれば、日本の草原植生の不安定性から考えて当然のことと言える。

そこで今回は草原植生帯としての亜寒帯・温帯・亜熱帯の区分には、シバ草原を温帯域に分布する短草型の草原植生として中心に据え、コウライシバ・ウシノケグサ及びコマススキ (*Deschampsia flexuosa*) などの有無から温度環境との関係を検討することとした。無論、この場合でも他の植物個体群との相互関係が、草原の植生分布域決定の条件と成りうるが、シバ草原が出現している場所では、気候要因の関係する割合が比較的高いと考えられたからである。このように日本の温帯域における disclimax の草原植生の内、短草型のシバ草原を中心に草原の植生帯区分が出来ても、その境界と環境要因との関係は、現在のところあまり明確にされているとは

平均気温	4.7°C	2.7°C
暖かさの指数	47.5°C・月	38.9°C・月
寒さの指数	-50.8°C・月	-63.1°C・月
基準標高 (m)	1,675 m	1,925 m

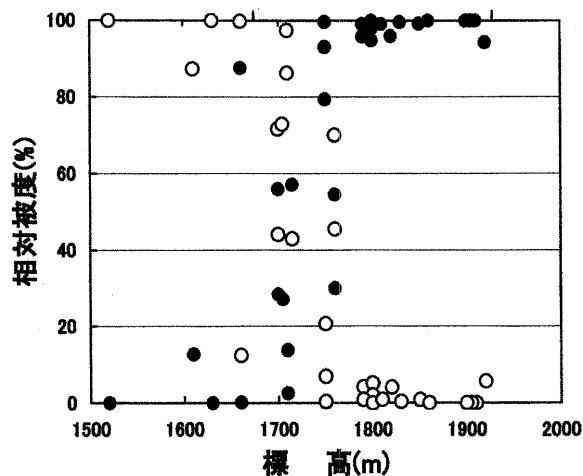


図 3. 霧ヶ峰草原におけるイネ科草本植物の標高の上昇に伴う  $C_4$ 植物から  $C_3$ 植物への交代。  
●  $C_3$ イネ科草本植物 (%) (主としてヒゲノガリヤス)  
○  $C_4$ イネ科草本植物 (%) (主としてススキ)

言えない。北村 (1970), 吉村ら (1990) などがシバ分布を種の耐寒性の面から検討しているが、群落分布は必ずしもこの一面だけの規制要因によるものではない。また、沼田 (1969) は物質生産から見て、北限の規制は同化量と呼吸量の差がプラスになる地域が分布の北限や上限を決めるとしているが、この面での植生分布と関連した具体的な研究は見られない。

次に、冷温帯域と暖温帯域の草原植生の区分であるが、SUGANUMA (1966, 1967), ITO (1963, 1970, 1974) が植物社会学的にシバ群団の群集レベルから検討しているが、ここでも温度環境との関係はほとんど触れられていないため用いることは出来ない。また、自然草原の植生型を形成する主要草種以外での区分は、相観的に判別し難いので多くの植生調査結果を利用する事は難しい。SUGANUMA (1966) や NUMATA (1969), ITO (1974) が示すように、西日本ではネザサやトダシバ (*Arundinella hirta*) の優占する時期は、ススキ型草原からシバ型の草原に遷移する途中に位置づけられ、同時に放牧などの強いプレッシャーのもとでも成立する暖温帯に分布する種とされている。また、ササ属の一部はブナ帯の標徴種とされている。そこで今回は、冷温帯域と暖温帯域の草原植生を気候要因との関係で区分する種として検討する種を、メダケ属のネザサ・アズマネザサなどとササ属およびスズタケ属とする事とした。

キーワード：気候要因, 自然草原, シバ草原, 草原植生型, 草原植生帯.