



# 岐阜大学機関リポジトリ

Gifu University Institutional Repository

## 岐阜県の植生概観(その6) : シバ型草地に造成された人工草地の草生変化について の事例

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2022-05-19 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 松村, 正幸, 西條, 好迪, 山田, 良彦, 長谷川, 俊成 メールアドレス: 所属:
URL	<a href="http://hdl.handle.net/20.500.12099/5672">http://hdl.handle.net/20.500.12099/5672</a>

岐阜県の植生概観 (その6)  
シバ型草地に造成された人工草地の  
草生変化についての事例\*

松村正幸・西條好迪・山田良彦・長谷川俊成

山地開発研究施設  
(1983年7月28日受理)

A General View of the Vegetation of Gifu Prefecture (Part 6)  
Some Instances of Changes in Sward Composition of Sown-Pastures  
Established on the *Zoysia*-Type Seminatural Grasslands

Masayuki MATUMURA, Yoshimichi SAIJOH,  
Yoshihiko YAMADA and Toshinari HASEGAWA

*Institute for Development of Mountain Regions*  
(Received July 28, 1983)

**SUMMARY**

The present survey was undertaken to see the changes in sward composition with elapsing time of sown-pastures established by means of renovation of previously native pastures. The pastures surveyed (Sencho, Inohana, Nomugi and Awoya) are situated in the high regions of Hida Province, Gifu Prefecture in Central Japan (Fig. 1). All these pastures have been maintained over a century as a seminatural grassland dominated by *Zoysia japonica* under grazing use. Phytosociologically, the grassland vegetation of these pastures are classified into *Zoysia japonica* - *Geranium thunbergii* Association.

Recently, however, the greater part of these pastures was renovated, and sown-pastures were newly established using grass-clover mixtures. Since then, these new pastures have been continuously used for cattle grazing. In this case, each pasture described above differs in time and/or the method by which they were renovated. In the present surveys, all contact method of point quadrat was consistently adopted, and the data obtained were examined with special reference to the appearance of *Zoysia japonica* (Tables 1-4). The results obtained for each pasture are summarized as follows.

1. Sencho Pasture (P-1)

The sward surveyed are located on a plateau showing nearly even topography. The sward, about 0.5 ha in area, was established in 1975 from the renovation of old pasture by harrowing method. The results obtained from the surveys for different sward ages suggest that a desirable sward composition as a sown-pasture has been maintained for 7 years in this surveyed area. In this case, *Zoysia* species appeared to be about 10% at the latest survey, and seemed to co-exist well with introduced grasses

---

\* 岐阜大学農学部附属山地開発研究施設業績第56号。

and legumes, even though they were not physiognomically conspicuous (Plate I).

#### 2. Inohana Pasture (P-2)

The sward surveyed, about 4 ha in area, was established in 1980 by using the surface sowing method with burning. Three surveys at different times were carried out immediately after renovation of previous vegetation. These surveys, therefore, correspond to the developing stage of the sward into sown-pasture. On the whole, introduced grasses and legumes showed steady increase in their appearance in the new sward, whereas the original vegetation of *Zoysia* type was preserved without any serious disturbance, particularly on the upper slope of the area. These *Zoysia* turfs formed a part of the sown-pasture with a tendency to mosaic distribution (Plate II).

#### 3. Nomugi Pasture (P-3)

A 10-year-old sward which had been established by disking method was surveyed. About 10 ha of the pasture was divided into upper and lower slopes according to the topography. In the upper slope, *Zoysia* species appeared about 60% in abundance, whereas it reached about 90% in the lower slope; both were accompanied by a considerable decline in the introduced species. Thus, the sward in this pasture appeared to revert substantially to original one, that is, to the *Zoysia* type. (Plate III).

#### 4. Awoya Pasture (P-4)

A 7-year-old sward which had been established on a sloped land by disking method was surveyed. The convex face of the pasture was dominated by *Zoysia japonica* with shallow surface soil. By contrast, the concave face was dominated by the introduced grasses with fairly deep surface soil. These two vegetations containing some transitional zone showed a comblike distribution corresponding to the rolling topography of the surveyed area (Plate IV).

The four instances presented above would raise serious questions regarding establishment and management practices of grasslands especially in mountainous regions. Further information will be required to clarify the causes of changes in sward composition of sown-pastures.

Res. Bull.Fac. Agr. Gifu Univ. (48) : 241-253, 1983.

### 要 約

この調査は、シバ型草地を改変して造成された人工草地について、年次の経過に伴う草生の変化を明らかにすることを目的とした。調査の対象とした千町、猪の鼻、野麦及び青屋の4牧場は、乗鞍岳と御岳山とにはさまれて位置する高海拔の放牧地である。その草地植生は、長期にわたる家畜の放牧利用のもとにシバ型の半自然草地として維持され、植物社会学的には *Zoysia japonica*-*Geranium thunbergii* Association (シバーゲンノショウコ群集)として位置づけられている。近年、これらの草地の多くの部分は牧草の導入によって人工草地化されたが、その時期(従って草地の令)や造成方法は4牧場それぞれ異なっている。この調査にはすべて全接法によるポイント法を適用し、シバの消長を中心に草種構成の変化を検討した。各牧場についての調査結果(表1~4)は次のように要約される。

#### 1) 千町牧場 (P-1)

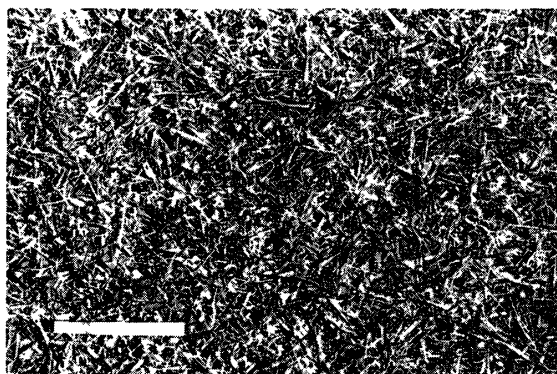
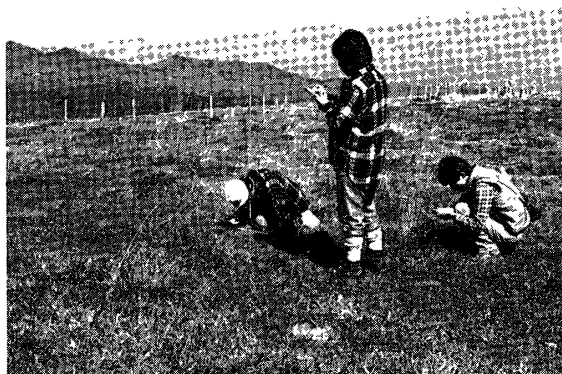
1975年に把耕法によって造成された約0.5haについて、1980年以後の3年次にわたって調査した。この調査地はほぼ平坦な場所にあり、造成後7年余を通じて、人工草地としてすぐれた草生が維持されている。現在約10%の度でシバの出現がみられる。これらのシバは相観的には全く目立たない存在であるが、牧草類とよく共存して草地植生を形成している(表1, 図版I)。

#### 2) 猪の鼻牧場 (P-2)

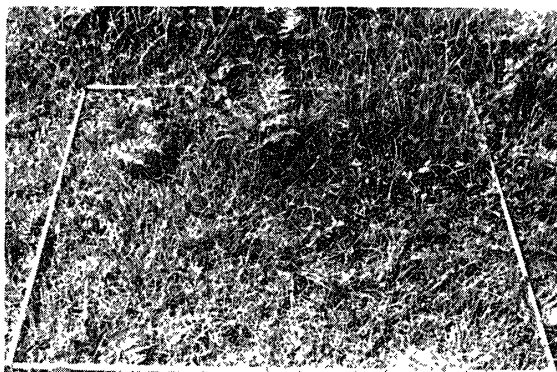
1980年夏に火入れ・直播法によって造成された約4haの斜面草地について、造成直後から3年間にわたって調査した。この草地は人工草地への発達途上期にあり、全体として着実に牧草地化が進んでいる。斜面上部に前植生として存在したシバ群落は、大きな攪乱を受けずに温存され、これが中心となって牧草地の中

Plate

( I )



( II )



( III )



( IV )



Explanation of the Plate : Photographs showing general (left) and closed-up view (right) of each pasture surveyed. For further explanations the reader should refer to the text.

- ( I ) Sencho Pasture (Photos. taken in October 1981)
- ( II ) Inohana Pasture (Photos. taken in August 1983)
- ( III ) Nomugi Pasture (Photos. taken in October 1982)
- ( IV ) Awoya Pasture (Photos. taken in October 1980)

に次第にモザイク状に分布する傾向を示しつつある(表2, 図版II)。

### 3) 野麦牧場 (P-3)

耕起法によって1970年に造成され、以後満10年を経た草地について調査した。牧草の生育は概して不良であり、斜面上部ではシバの密度は約60%, 下部では88%に達した。これらのシバはその大半が他の草種を伴うことなく単独で出現し、草地のほぼ全面にわたって優占種としての地位を確立しつつある。相観的には、ほぼ前植生のシバ型草地に戻ったと見てよい(表3, 図版III)。

### 4) 青屋牧場 (P-4)

耕起法によって約7年前に造成された約4haの斜面草地について調査した。波形の地形をなす当調査地では、表土の浅い凸部にはシバ型群落が、比較的表土の深い凹部には牧草が群落を形成して櫛目状に分布していた。両群落の移行帯にはシバと牧草との混生がみられた(表4, 図版IV)。

以上に述べた事例は、山間地における今後の草地造成や管理のあり方に対して重要な問題を投げかけている。植生の変化を起す要因について、今後の研究が要求される。

## ま え が き

岐阜県の植生概観に関する第2報<sup>1)</sup>で述べたように、飛騨山地には高根村・朝日村を中心に、シバ牧野とよばれる草地が広大な面積にわたって分布している。シバ (*Zoysia japonica* Steud.) を優占種とするこの草地植生は、藩政時代からの馬(木曾駒)の放牧に由来するものである。戦後、馬から牛(黒毛和種)へと畜種は変わったけれども、家畜の放牧という生物圧の存在のもとに、このシバ牧野は半自然草地として維持され、畜産はもとより、山地の土壌保全に寄与してきたことには変わりがない<sup>2,3)</sup>。その後、国営あるいは県営の草地開発事業の進展に伴い、草の生産性の向上、放牧期間の延長等の目的をもって、これらのシバ牧野の幾つかには牧草の導入がはかられ、人工草地が造成された<sup>4)</sup>。当然のことながら、シバ牧野の植生は大きく、かつ急激に改変されたことになる。

今回調査の対象とした千町、猪の鼻、野麦及び青屋の各牧場は、いずれも上記の経過をたどった点で共通している。しかし、それぞれの立地条件、人工草地化の時期や方法、利用管理状況等は同じでない。今回の調査は、一たん人工草地化されたシバ型草地の植生が、上記諸条件との関連のもとに、どのように変化したかを具体的に把握することを目的とした。そのため、前植生の優占種であるシバの消長にスポットを当てて検討する方法をとった。得られた結果が、山地における今後の草地造成や管理に対して、何らかの示唆を与えることになれば幸である。

## 調査地及び調査方法

### 1. 調査地の概況

調査の対象とした千町(P-1)、猪の鼻(P-2)、野麦(P-3)及び青屋(P-4)の各牧場は、図1に示すように、乗鞍岳と御岳山とはさまれて位置する。青屋を除く3牧場は、いずれも亜高山帯下部に接する高海拔地の放牧場である。前述したように、これら4牧場は現在人工草地化されているが、前植生の大部分はいずれもシバ型ないしはシバーワラビ型であり、植物社会学的にはシバーゲンノショウコ群集 (*Zoysia japonica-Geranium thunbergii* Association) として位置づけられている<sup>5-7)</sup>。各牧場における調査地の概要は次のとおりである。

1) 千町牧場：御岳山の北斜面、標高約1600mに位置

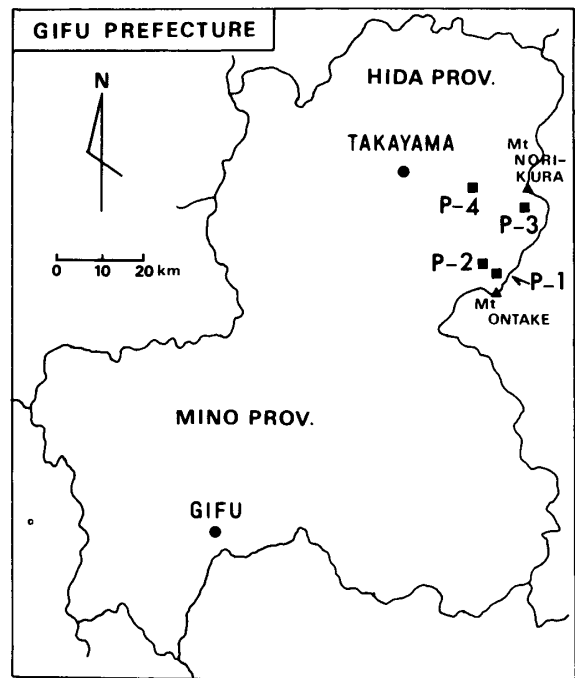


Fig. 1. An outline map showing the situation of pastures surveyed. (P-1 ~ P-4)

する(図1, P-1)。約80haの草地全体がほぼ台地状の緩斜地からなるが、調査地を含む一帯はほとんど平坦地とみてよい。この平坦地の約0.5haに対して、1975年夏に、ディスクハローによる把耕法を用いて前植生を抑圧し、牧草が混播された。この0.5haを調査の対象とした。前植生はシバ型であり、シバのほかにミノボロスゲ、ナガハグサを多く含み、土層は比較的深い。この調査地については、草地造成法の詳細及び造成後約2年を経過した時点での植生状況が岩田ら<sup>8)</sup>によって報告されている。

放牧頭数は年によりかなりの増減があるが、放牧場全面積約240ha(うち人工草地80ha)に対し、最近では黒毛和種約200頭が5月下旬から10月下旬まで自由放牧されている。

2) 猪の鼻牧場：千町牧場の西北、標高約1400mに位置する(図1, P-2)。千町に比べて傾斜が強く、地形が複雑で、全般的に土層は浅い。前植生の大部分は、落葉広葉樹からなる林地である。ここでは、1980年から'82年にかけて、伐木・火入れ・直播による不耕起方式によって牧草の導入が行われた。

調査対象地は、朝日村地内にある第1牧区で、1980年に造成された草地のうち、前越谷源流域左岸の約4haである。前植生はアカマツ・ヤマツツジ群落からなる林地が大半を占めるが、斜面上部から尾根筋にかけて、かなりまとまったシバ型草地がモザイク状に入りこんでいる。溪流沿いの緩斜地を除くと、大部分が傾斜度15°~20°からなる北向き斜面である。

朝日村側牧区の放牧頭数は、約84haの全域に対し、1980年14頭(草地造成9.8ha)、'81年46頭(同32ha)、'82年47頭+仔牛11頭(同47ha)で、5月下旬から10月中旬までの自由放牧である。

なお、この牧場については、草地造成前後の植生や土壌について、草地造成に伴う水収支調査(東海農政局)との関連で詳細な調査が続けられている<sup>9)</sup>。

3) 野麦牧場：野麦峠に近い野麦集落の北、乗鞍山麓の標高約1500mに位置する(図1, P-3)。牧場全体の面積は約400ha、そのうち、シバ型からなる野草地が約240haを占めるといわれる。このシバ型草地のうち、比較的傾斜のゆるい約10haに対して、1970年に耕起法による草地造成が行われた。この人工草地を調査の対象とした。この草地は南北に細長くつながり、北から南へ全体的に緩傾斜をなしているが、局所的にはかなり急な斜面が含まれていて、土層は薄く、石礫の多い草地となっている。前植生のシバ型草地にはミヤコグサがよくシバと混生して点存していた。人工草地の周辺部にはシバ型草地が残っており、その植生や土壌については吉田<sup>10)</sup>、野間<sup>11)</sup>の報告がある。放牧頭数は10haの人工草地を含む牧場全体に対し、成牛約100頭、仔牛約60頭で、5月下旬から10月下旬までの自由放牧である。

4) 青屋牧場：朝日村の北東、青屋川の上流域にあり、標高約950mに位置する(図1, P-4)。面積約90haのうち30haが、1973年から'75年にかけて、耕起法によって人工草地化された。調査はこの人工草地のうち、長倉林道に沿った約4haについて行った。調査地の前植生はシバ・ワラビ型である。急斜面を多く含み、表土の流亡をきたして土層は薄く、崩壊地や岩石の露出が目立つ。草地造成当初数年間の放牧頭数は、90haに対し成牛約70頭、仔牛約40頭であったが、その後漸減傾向にある。

## 2. 調査方法

今回のすべての調査に対して、全接(all contact)によるポイント法(point quadrat method)を適用した。この方法は簡単であり、かつ短草型草地の植生診断に非常に有効であることが指摘されているからである<sup>12)</sup>。筆者らが今回調査したP-1の同じ場所について、岩田らは造成2年後の植生状況をこの方法によって明らかにしている<sup>8)</sup>。今回の調査の具体的な手順はすべて岩田らのそれに準じた。1調査地当りの反復回数は原則として20とした。

野帳からの資料を、調査地別に、また調査時期別にA、B2表にまとめた。A表には、イネ科草類、クローバ類、シバ及び野草類(シバを除く)に群別し、10測点からなるプロット毎の接触回数と、20プロット当りの頻度(F)及び数度(A)を示した。最下段には裸地に接触した回数及び裸地率を示した。100-裸地率(%)から植被率を求め、頻度/植被率(%)を数度とした。

B表には、A表に現れたシバについて、単独に出現した回数、他の草種群と共に出現した回数を野帳によって調べ、プロットごとにこれを記載した。

## 調査結果と考察

## 1. 千町牧場 (P-1)

3回にわたって行った調査の結果を表1にまとめた。この調査地は1975年に草地造成が行われたから、表1のI~IIIはそれぞれ約5年2ヶ月、6年2ヶ月及び7年2ヶ月を放牧利用下で経過した時点での草生の状況を示すことになる。

まず、草生の概況を裸地率の面から検討してみる。表にみるように、3年間を通じての裸地率はそれぞれ0.0, 0.5, 及び1.0%である。同じ場所の1977年における裸地率は1%であった<sup>9)</sup>。これらの資料や、ほぼ毎年の現地での観察を併せ考えると、この調査地は造成後今日に至るまで、ほとんど裸地を生ずることなく草生が維持されてきたとみてよい。いうまでもなく、裸地斑の有無は草地、ことに山間における草地診断の重要な基準である。その点、当調査地の植生はかなり長期にわたってすぐれた状態を維持しているといえる。

次に植被の内容をみるため、岩田らの方法<sup>9)</sup>に準じて、牧草化率及び野草化率を野帳から求めると次のとおりである。

右にみるように、'80の牧草化率がやや低いが、'81, '82のそれは90%を上回り、ほぼ完全に牧草地化されたことを示している。この場合、牧草の内訳はイネ科草とマメ科草からなるが、表1にみる

	1980	1981	1982
牧草化率(%)	76.5	98.0	94.5
野草化率(%)	58.0	44.0	24.5

ように各年次ともイネ科草が圧倒的に多く、なかでもケンタッキー・ブルーグラス(ナガハグサ)\*の頻度が高かった。マメ科草はほとんどがホワイトクローバによって占められていた。

一方、野草化率は58%, 44%, 24.5%と、年次とともに減少している。野草の主体はシバであるが、ミノボロスゲも多く出現し、そのほかにオオバコ、チドメグサ、ワラビ、ウマスギゴケなど、前植生のシバ型草地の構成種の多くが含まれていた。この野草化率と前述の牧草化率の和が100%を越えるのは、同一測点に牧草と野草が混生している場合が両者の共通項として含まれるからである。

上述のように、牧草と野草とが単独に、あるいは混生して空間を占有するが、密な草生の場合には当然階層構造を伴うことになる。この階層構造を推定するのに、岩田ら<sup>9)</sup>のいう階層化度が役に立つ。これは全接法に基づいて求められた種群別の数度(A)の総計から導かれる。いま表1からこれを求めると、3年次についてそれぞれ1.7, 2.2及び1.7となり、年によって多少の差はあるものの、平均してほぼ2層の階層構造をもつことがわかる。前述の岩田らの調査時点では1.9であったから、この調査地は階層構造の点からも、若い草地の状態がよく維持されていることがわかる。

さて、シバの出現状態はどうであろうか。A表について、まずシバが全く出現しないプロットを見ると、3年次ともほとんど全部のプロットにおいて、牧草の出現回数が極めて多い。このことから、これらのプロットにおいては、牧草とシバとは二者択一的な関係にあるものと解される。

次に、200測点当りのシバの数度(A)をみると、3年次についてそれぞれ31%, 24%及び11%である。造成2年後の1977年における岩田ら<sup>9)</sup>の調査では僅か1%であったから、その後2・3年の間に漸増あるいは急増したものと推定される。現在約11%の数度をもつシバが年とともに減少するのか、あるいは再び増加するのか、さらに長期の観察にまつ必要がある。おそらく各年次の気象、放牧頭数や施肥管理との関連において、牧草の生育程度とともに微妙に変動するものと思われる\*\*。

A表に出現したシバが他の種群との関連において、どのような形で出現したのかを明らかにするため、シバが単独で出現した回数と、他の種群のいずれかと共に出現した回数とを野帳によって分けて、プロットごとに示したのがB表である。先にも述べたように、シバの出現の絶対数が年次によって大きく異なるほか、イネ科:マメ科比や、牧草化率や野草化率もまた年次によって異なるので、B表にあらわれた数値

\* この調査地の場合、この草種は前植生として存在していたもので、播種された牧草ではないが、他の調査地との関係から、ここではイネ科牧草として扱った。

\*\* 1983年8月の調査ではシバの数度は31%であった。

Table 1. Sward composition of Sencho Pasture(P-1)in three different surveys by using all contact method of point quadrat

## I. 1980. 10. 23. survey (Sward age in month · 62)

## A Frequency and abundance calculated from the number of contact per 20 plots, 10 points each.

Plot	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Tot.	F.(%)	A.(%)*
Grasses(G)	7	8	1	9	3	8	10	5	5	0	8	10	9	8	9	6	7	10	9	3	135	67.5	67.5
Clovers(C)	3	2	3	3	1	4	0	1	2	4	4	1	6	1	7	8	7	5	2	3	67	33.5	33.5
Zoysia(Z)	3	0	9	1	9	4	1	4	4	6	0	0	0	1	5	8	0	0	4	2	61	30.5	30.5
Weeds(W)**	4	3	4	4	1	1	4	6	5	7	3	1	1	5	3	2	7	1	5	12	79	39.5	39.5
Total	17	13	17	17	14	17	15	16	16	17	15	12	16	15	24	24	21	16	16	20	342	171.0	171.0
Bare spot(B)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—

B. Appearance of *Zoysia japonica* with or without the other species

Plot	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Tot.	%
Z solitarily	1		2		5	2		1	1	1					1	1			1		16	26.2
Z with G			1	1	2	2	1	1	1						1				1		11	18.0
Z with C	1		3		1				1	2							2				10	16.4
Z with W			3		1			2	1	3				1						2	13	21.3
Z with G,C															3	3					6	9.8
Z with G,W	1																		2		3	4.9
Z with C,W																		1			1	1.7
Z with G,C,W																			1		1	1.7
Total	3	0	9	1	9	4	1	4	4	6	0	0	0	1	5	8	0	0	4	2	61	100.0

\* Abundance(A)=F(%) / 100 - B(%) × 100(%), \*\* Exclusive of *Zoysia japonica*

## II. 1981. 10. 15. survey (Sward age in month · 74)

## A Frequency and abundance calculated from the number of contact per 20 plots, 10 points each

Plot	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Tot.	F (%)	A (%)*
Grasses(G)	12	10	13	14	11	13	13	6	11	10	12	5	2	13	14	18	15	8	11	9	220	110.0	110.6
Clovers(C)	1	4	4	5	7	6	4	4	5	4	5	9	4	4	5	4	7	2	4	7	95	47.5	47.7
Zoysia(Z)	0	0	3	1	0	3	0	10	0	2	1	5	8	0	2	0	2	6	1	4	48	24.0	24.1
Weeds(W)**	2	1	0	0	6	4	1	1	1	3	7	5	7	4	4	2	7	3	7	2	67	33.5	33.7
Total	15	15	20	20	24	26	18	21	17	19	25	24	21	21	25	24	31	19	23	22	430	215.0	216.1
Bare spot(B)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.5	—

B. Appearance of *Zoysia japonica* with or without the other species.

Plot	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Tot	%
Z solitarily								2					5					1			8	16.7
Z with G				1				4						1				2		2	10	20.8
Z with C								2					1					1		1	5	10.4
Z with W												1								1	2.1	
Z with G,C				3			1	1		1	1	1						1	1	1	11	22.9
Z with G,W						2				1				1				1	1		7	14.6
Z with C,W							1					2	1								4	8.3
Z with G,C,W												1						1			2	4.2
Total	0	0	3	1	0	3	0	10	0	2	1	5	8	0	2	0	2	6	1	4	48	100.0

## III. 1982. 10 27 survey (Sward age in month · 86)

## A. Frequency and abundance calculated from the number of contact per 20 plots, 10 points each

Plot	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Tot	F (%)	A (%)*
Grasses(G)	14	7	13	11	8	9	12	9	12	14	12	11	10	16	9	7	12	7	13	13	219	109.5	110.6
Clovers(C)	1	6	2	5	1	5	2	3	1	1	2	4	5	0	2	4	4	1	5	2	56	28.0	28.3
Zoysia(Z)	0	0	0	2	0	2	0	1	1	2	0	0	0	0	4	3	2	5	0	0	22	11.0	11.1
Weeds(W)**	1	6	1	2	7	0	1	0	0	1	0	8	1	0	0	1	0	0	1	0	30	15.0	15.2
Total	16	19	16	20	16	16	15	13	14	18	14	23	16	16	15	15	18	13	19	15	327	163.5	165.2
Bare spot(B)	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	1.0	—

B. Appearance of *Zoysia japonica* with or without the other species

Plot	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Tot.	%
Z solitarily															1	1		4			6	27.3
Z with G				1		1		1	1	2					3	1		1			11	50.0
Z with C						1											1				3	13.7
Z with W																	1				0	0
Z with G,C																		1			1	4.5
Z with G,W																					0	0
Z with C,W				1																	1	4.5
Z with G,C,W																					0	0
Total	0	0	0	2	0	2	0	1	1	2	0	0	0	0	4	3	2	5	0	0	22	100.0



を年次間で比較することにはあまり意味がないであろう。そこで、3年次を通じての結果から、何等かの傾向を見出してみたい。

B表について、まずシバが単独で出現する場合についてみよう。いま仮に各プロットに出現したシバがすべて単独であった場合を想定すると、この場合は完全に他の草種群と二者択一であること、いいかえると、牧草や野草とは棲みわけの傾向にあることを意味する。しかし表1についてみると、シバが単独で出現した割合は、3年次についてそれぞれ26.2%、16.7%及び27.3%である。また、各プロットについてみると、大部分の場合単独出現は1~2回である。このことは、当調査地の場合、大半のシバは他の草種と混然となって生育していることを示している。先にみたように、シバの出現頻度そのものが比較的 low、しかも単独出現の割合が小さいから、当地ではシバは全く目立たない存在となっているのが現状である。しかし、低率ではあるけれども、シバが単独で出現する機会がみられること、そして、1プロット内での単独出現数が多い場合も皆無ではないこと等には注目しておく必要がある。このようなシバの存在のしかたが今後どのように変化するかが重要な問題である(図版I)。

一方、B表についてシバが他の草種とどのように結びついているかをみると、特定の草種群とのみ混生するのではないことが明らかである。この調査地のような条件下においては、シバは牧草あるいは他の野草のいずれとも結びついて、2層あるいはそれ以上の階層構造を保ちつつ、牧草地の構成要員となり得る可能性をもつとみることが出来る。

要するに、千町牧場内のこの調査地では、人工草地造成後7年以上にわたって、すぐれた草生状態が維持されている。そして、前植生のシバは相観的には全く目立たない存在であるが、牧草と混然となって一定の役割りを果たしているとみてよい。今後ともこのような形の草生を維持することが望ましく、それは今後の草地管理、ことに放牧管理のあり方にかかっているといえよう。

## 2. 猪の鼻牧場(P-2)

調査地は1980年に火入れ・直播法によって造成された草地であるから、今回の一連の調査は、造成後約2ヶ月、1年2ヶ月及び2年1ヶ月の、いわば発達途上期の草地を対象としたことになる。

	1980	1981	1982
牧草化率(%)	60.0	75.5	88.5
野草化率(%)	49.3	50.5	27.5

草地の概況をまず裸地率についてみると、表2に示したように、15.3%、2.5%、6.5%と推移している。造成翌年から顕著に減少したことがわかる。一方、前例に従い各調査時点での牧草化率、野草化率をみると上表のとおりで、牧草化率が年月とともに上昇する一方、野草化率は低下の傾向を示している。また、表2の数値統計から階層化度を求めると、造成直後の1.4から1.8へと、造成翌年からは2層構造に近づいている。一般に不耕起造成の場合、牧草地としての植生が確立するには、造成後2・3年を要するとされているから<sup>13)</sup>、上にみた経過は、その間の事情をよく物語っているといえよう。

この調査地には、斜面のほぼ中央部に等高線に沿って管理道路が横切っており、この道路の上部と下部とでは地形、前植生など、かなり条件が異なっている(図版II, 左)。下部は比較的傾斜がゆるく、前植生は大部分が林地で、ごく一部にシバ型植生の断片がみられたのに対して、上部は15~20°の斜面からなり、山腹上部の林縁部から尾根筋にかけて、まとまったシバ型草地が展開していた<sup>9)</sup>。このような違いを考慮して、1981年以降の調査は上部と下部とに分けて行った。表2のII, IIIに示したプロットのうち、1~10は下部、11~20は上部に相当する。

表2のII・IIIをみると、シバの出現は1981年においてはすべてが上部プロットにおいてであり、'82年も出現回数が多いプロットは上部に含まれている。また、シバ以外の野草の出現にもその傾向がみられる。そしてこの野草のなかには、オオバコ、チドメグサ、ワラビ、シバスゲが比較的多く出現したほか、ゲンノショウコ、ミツバツチグリ、ツボスミレ等、前植生のシバ型草地の構成種の多くが含まれていた。

一方、B表についてシバの出現のしかたをみると、先にみた千町の場合とは異なる傾向がみられる。まず、シバが単独で出現する割合が多い。ことに、造成当年及びその翌年において顕著である。次に、シバの出現回数が比較的多かったプロットについてみると、そのなかにはシバの単独出現が過半を占めるプロットが幾つか含まれている。反面、シバが全くあるいはほとんど出現しなかったプロットがみられる。

Table 2. Sward composition of Inohana Pasture(P-2) in three different surveys by using all contact method of point quadrat

I. 1980. 10. 23. survey (Sward age in month : 2)

A. Frequency and abundance calculated from the number of contact per 15 plots, 10 points each

Plot	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Tot.	F.(%)	A.(%)*
Grasses(G)	9	6	4	5	8	2	9	4	7	4	7	4	8	9	5	-	-	-	-	-	91	60.7	71.7
Clovers(C)	1	1	0	3	1	0	1	0	0	0	0	0	0	4	1	-	-	-	-	-	12	8.0	9.4
Zoysia(Z)	0	0	0	0	2	9	0	6	0	0	0	4	0	0	4	-	-	-	-	-	25	16.7	19.7
Weeds(W)**	0	9	5	1	1	1	3	8	3	0	1	6	1	4	4	-	-	-	-	-	47	31.3	37.0
Total	10	16	9	9	12	12	13	18	10	4	8	14	9	17	16	-	-	-	-	-	175	116.7	137.8
Bare spot(B)	1	1	3	4	0	0	0	0	2	3	3	1	2	1	2	-	-	-	-	-	23	15.3	-

B Appearance of *Zoysia japonica* with or without the other species.

Plot	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Tot.	%
Z solitarily					2	7						1			3	-	-	-	-	-	13	52.0
Z with G						2						2			1	-	-	-	-	-	5	20.0
Z with C																-	-	-	-	-	0	0
Z with W								5				1				-	-	-	-	-	6	24.0
Z with G,C																-	-	-	-	-	0	0
Z with G,W								1								-	-	-	-	-	1	4.0
Z with C,W																-	-	-	-	-	0	0
Z with G,C,W																-	-	-	-	-	0	0
Total	0	0	0	0	2	9	0	6	0	0	0	4	0	0	4	-	-	-	-	-	25	100.0

\* Abundance(A)=F(%)÷100-B(%)×100(%), \*\* Exclusive of *Zoysia japonica*

II. 1981. 10. 14. survey (Sward age in month : 14)

A. Frequency and abundance calculated from the number of contact per 20 plots, 10 points each

Plot	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Tot.	F.(%)	A.(%)*
Grasses(G)	9	10	10	10	10	11	7	9	11	11	3	5	0	0	1	3	9	5	0	8	132	66.0	67.7
Clovers(C)	4	4	1	11	8	5	2	2	9	9	2	6	3	4	3	2	2	9	1	4	91	45.5	46.7
Zoysia(Z)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	1	8	10	10	0	0	2	9	0	41	23.5	24.1
Weeds(W)**	0	2	0	6	4	2	1	8	1	1	7	2	4	1	3	12	8	7	7	14	90	45.0	46.2
Total	13	16	11	27	22	18	10	19	21	21	19	14	15	15	17	17	19	23	17	26	360	180.0	184.7
Bare spot(B)	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	5	2.5	-

B. Appearance of *Zoysia japonica* with or without the other species

Plot	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Tot.	%
Z solitarily											2		4	5	6			2	6		25	53.2
Z with G												1			1						2	4.3
Z with C											1		1	4							6	12.8
Z with W											3		3	1					3		10	21.2
Z with G,C																					0	0
Z with G,W											1										1	2.1
Z with C,W															3						3	6.4
Z with G,C,W																					0	0
Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	1	8	10	10	0	0	2	9	0	47	100.0

III. 1982. 9. 14. survey (Sward age in month . 25)

A Frequency and abundance calculated from the number of contact per 20 plots, 10 points each

Plot	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Tot.	F.(%)	A.(%)*
Grasses(G)	9	3	9	14	12	13	3	5	4	2	7	10	8	4	5	7	9	5	10	9	148	74.0	79.1
Clovers(C)	6	7	8	11	7	6	10	11	8	3	7	1	6	9	7	9	5	1	7	0	129	64.5	69.0
Zoysia(Z)	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	7	3	0	13	6.5	7.0
Weeds(W)**	0	2	0	0	1	2	1	3	0	0	4	10	8	7	3	0	3	1	2	3	50	25.0	26.7
Total	15	13	17	25	20	21	15	19	12	5	18	21	22	20	16	16	17	14	22	12	340	170.0	181.8
Bare spot(B)	1	1	0	0	0	0	0	0	3	5	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	13	6.5	-

B. Appearance of *Zoysia japonica* with or without the other species.

Plot	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Tot	%
Z solitarily																		4			4	30.7
Z with G																		2			2	15.4
Z with C							1											1			2	15.4
Z with W			1												1					1	3	23.1
Z with G,C																				2	2	15.4
Z with G,W																					0	0
Z with C,W																					0	0
Z with G,C,W																					0	0
Total	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	7	3	0	13	100.0

このことは、当調査地におけるシバの存在のしかたは、前述の千町の場合とは異なり、シバがある程度コロニーを形成して、モザイク状の群落をなしていることを意味する。これは、当地における草地造成の方法が火入れ・直播法であったために、前植生として存在したシバ型草地がほとんど攪乱を受けず、その中への牧草の導入が制約されたことを物語るものであろう。表2のBにみるように、シバが野草（シバ型草地の構成種）と結びついて出現する割合が、単独出現に次いで高いことからこのことが理解される。

要するに、火入れ・直播法によって造成されたこの調査地は、人工草地への発達途上期にあり、全体として着実に牧草地化が進んでいる。一方、前植生として存在したシバ型植生は、あまり攪乱を受けずに混存され、牧草地のなかにモザイク分布の傾向を示しつつ草地植生を形成している。このモザイク状のシバ群落が今後どのように推移するか、ここでもまた重要な課題である（図版II）。

### 3. 野麦牧場（P-3）

Table 3. Sward composition of Nomugi Pasture(P-3) surveyed on 24th October 1980(Sward age in month: 120) by using all contact method of point quadrat

#### 1. Upper part of the pasture

##### A. Frequency and abundance calculated from the number of contact per 20 plots, 10 points each

Plot	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Tot	F.(%)	A (%)*
Grasses(G)	3	1	2	3	1	0	1	0	7	8	3	2	0	0	0	0	2	1	0	8	42	21.0	25.1
Clovers(C)	3	0	0	0	3	1	3	0	2	4	3	3	4	4	0	0	1	2	3	6	42	21.0	25.1
Zoysia(Z)	0	0	1	0	8	9	10	10	0	1	6	10	9	10	6	10	1	9	0	0	100	50.0	59.9
Weeds(W)**	3	3	2	0	0	2	2	1	2	1	3	3	4	1	2	2	1	3	13	4	52	26.0	31.1
Total	9	4	5	3	12	12	16	11	11	14	15	18	17	15	8	12	5	15	16	18	236	118.0	141.2
Bare spot(B)	2	6	5	6	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	4	0	7	0	1	0	33	16.5	—

##### B. Appearance of *Zoysia japonica* with or without the other species

Plot	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Tot	%
Z solitarily			1		4	7	5	9			4	2	2	5	4	7		4			54	54.0
Z with G					1		1			1	1	2									6	6.0
Z with C					2		2				1	3	2	4			1	2			17	17.0
Z with W					1	2	1	1				3	4	1	2	3		3			21	21.0
Z with G,C																					0	0
Z with G,W																					0	0
Z with C,W							1					1									2	2.0
Z with G,C,W																					0	0
Total	0	0	1	0	8	9	10	10	0	1	6	10	9	10	6	10	1	9			100	100.0

\* Abundance(A) = F(%) / 100 - B(%) × 100(%),

\*\* Exclusive of *Zoysia japonica*

#### 2. Lower part of the pasture

##### A. Frequency and abundance calculated from the number of contact per 20 plots, 10 points each

Plot	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Tot	F.(%)	A (%)*
Grasses(G)	2	7	3	1	11	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2	11	2	0	12	6	59	29.5	30.9
Clovers(C)	3	2	2	2	1	3	1	2	1	1	3	2	4	10	0	7	2	4	4	3	57	28.5	29.8
Zoysia(Z)	10	10	9	9	6	10	10	10	9	9	4	10	9	10	10	4	10	9	1	9	168	84.0	88.0
Weeds(W)**	0	2	1	0	4	0	0	2	0	1	1	1	0	0	0	2	3	0	1	0	18	9.0	9.4
Total	15	21	15	12	22	13	11	14	10	11	8	14	13	21	12	24	17	13	18	18	302	151.0	158.1
Bare spot(B)	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	4	0	1	0	0	0	0	1	0	0	9	4.5	—

##### B. Appearance of *Zoysia japonica* with or without the other species

Plot	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Tot.	%	
Z solitarily	5	3	5	6	0	7	9	6	8	7	3	6	5	0	8	0	6	5	1	2	92	54.8	
Z with G	2	4	2	1	5							1			2		1				4	22	13.0
Z with C	3	1	2	2	0	3	1	2	1	1	1	2	4	10	0	1	1	4	0	2	41	24.0	
Z with W								2		1		1									4	2.4	
Z with G,C																1				1	2	1.2	
Z with G,W		1			1												1				3	1.8	
Z with C,W																1	1				2	1.2	
Z with G,C,W		1														1					2	1.2	
Total	10	10	9	9	6	10	10	10	9	9	4	10	9	10	10	4	10	9	1	9	168	100.0	

調査した人工草地は1970年に造成されているので、この調査の時点で満10年を経ており、他の3草地と比べて最も古い草地である。この草地造成は耕起法によるもので、前植生であるシバ型草地を大型機械を用いて耕起し、裸地状態にしたうえで牧草が混播された。調査した10haの草地は、細長い形をした南西向きの斜面からなる。そのほぼ中央部に高圧線の鉄塔があり、これを境にして北へ向う上部斜面と、南へ向

う下部斜面とに分けて調査し、その結果を表3の1, 2に示した。

まず草地の概況を知るため、前例にならい牧草化率、野草化率及び裸地率をみると下のとおりである。これをみると、前項に述べてきた2つの草地とは著しく様相が異なることがわかる。上部斜面では牧草化率は40%に満たず、野草化率が66%を占めているが、裸地は16.5%にも及んでいる。下部では、牧草化率がやや高いのと、野草化率が86.5%にも達して、裸地を4.5%に止めている。牧草の主体はオーチャードグラスとホワイトクローバであるが、表3にみるように、上部・下部ともイネ科：マメ科がほぼ1：1となっており、他の調査地と比べて相対的にマメ科（ホワイトクローバ）が多い。野草の主体はシバであるが、そのほかにスゲ類、ワラビが比較的多い。ミヤコグサが記録されたのも他の調査地にはみられない特徴である。

	上部	下部
牧草化率(%)	36.5	48.0
野草化率(%)	66.0	86.5
裸地率(%)	16.5	4.5

さて、シバについてみると表3に示すように、上部斜面では20プロット中14プロットに出現して数度約60%、下部では全プロットに出現してその数度は88%にも達している。これらのシバは、B表にみるように、上部でも下部でもその大半が単独で出現している。しかもシバが出現したほとんどのプロットにおいて、その出現回数の過半が単独出現で占められている。このことは、当調査地ではシバがほぼ全面にわたって、優占種としての地位を確立しつつあることを示唆している。実際にこの草地に入ってみると、相観はもはや牧草地のそれではなく、シバ型草地に極めて近い（図版III）。

この草地については途中の追跡調査がないので、いつ頃から上記のような状態になったのかは明確ではない。しかし、筆者らは1974～75年の調査でもかなりシバ型草地に近い相観を呈していたのを見ており、おそらく造成4～5年後にはシバの出現頻度がかかなり高まっていたものと推定される。このシバの給源は、草地造成時に残存した繁殖体の断片のほか、主として周辺部からの侵入によるものであろう<sup>14)</sup>。この侵入のなかには、種子によるものもありうると考えられる<sup>15,16)</sup>。

要するにこの草地の植生は、人工草地造成後10年の時点では、すでにはぼ元のシバ型草地へ戻ったとみてよい。このことは、耕起造成に伴う表土の流亡と無関係ではないであろう。この草地の今後の維持管理あるいは更新に際し、慎重な配慮が要求される。

#### 4. 青屋牧場（P-4）

この調査地は1975年に人工草地化されており、草地造成後約7年を経ている。造成法は先の野麦と同じく、耕起造成である。

調査時点での草地の概況は、牧草化率65%、野草化率58%、裸地率4%である。

この調査地ではプロットの設定数が十分ではないが、10のプロットについてみると、表4Aに示したよ

Table 4. Sward composition of Awoya Pasture (P-4) surveyed on 29th, October, 1982 (Sward age in month : 84) by using all contact method of point quadrat

A. Frequency and abundance calculated from the number of contact per 10 plots, 10 points each

Plot	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Tot.	F (%)	A (%)*
Grasses(G)	0	0	8	8	10	10	3	3	9	0	51	51.0	53.1
Clovers(C)	0	1	3	3	0	1	4	6	0	3	21	21.0	21.9
Zoysia(Z)	10	7	4	3	0	0	7	8	0	10	49	49.0	51.0
Weeds(W)**	2	4	3	4	1	2	3	1	1	0	21	21.0	21.9
Total	12	12	18	18	11	13	17	18	10	13	142	142.0	147.9
Bare spot(B)	0	3	0	0	0	0	0	0	1	0	4	4.0	—

B. Appearance of *Zoysia japonica* with or without the other species

Plot	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Tot	%
Z solitarily	8	2	1				2	2		7	22	44.9
Z with G			2					1			3	6.1
Z with C		1					2	3		3	9	18.4
Z with W	2	4		1			1				8	16.3
Z with G, C				1			2	1			4	8.2
Z with G, W				1							1	2.0
Z with C, W			1					1			2	4.1
Z with G, C, W											0	0
Total	10	7	4	3	0	0	7	8	0	10	49	100.0

\* Abundance(A) = F(%) / 100 - B(%) × 100(%), \*\* Exclusive of *Zoysia japonica*

うに、7プロットにシバが出現している。このうち3プロットにはイネ科牧草は全くみられず、わずかにマメ科牧草（ホワイトクローバ）が出現している。10測点のすべてにシバが出現したNo.1及びNo.10プロットについてみると、そのうち8測点及び7測点までがシバの単独出現である。この場合、シバの出現した測点（10cm間隔）は連続していることが野帳から明らかである。シバが出現した7プロットのうち残る4プロットでは、単独出現のほかに他の草種群との混合出現が比較的多くみられる。一方シバの出現しなかったプロットが3プロットあり、これらのプロットではイネ科牧草（オーチャードグラス）がほぼ全測点に出現している。

要するにこの調査地では、シバの大部分が単独出現するプロット、シバが牧草や他の野草と共に出現するプロット及びシバが全く出現しないで牧草が出現するプロットが区別される。当地の斜面は写真にみるように、波形をなして連続しており、凸部では土層が薄く石礫の露出が目立つが、凹部では比較的土層が厚い。現地での観察によると、シバの単独出現は波形地形の凸部に、牧草は凹部に、その移行帯にはシバと牧草・野草とが混生していることがわかった。晩秋あるいは早春に現地を訪ねると、枯葉色を呈するシバ群落と、緑色を呈する牧草群落とが楕円状に入り組んで分布するのが観察される（図版IV）。

### あ と が き

上に述べた4つの事例のうち、耕起法によって傾斜地に造成された2つの草地は、造成後10年、あるいはそれ以下の令で、もとのシバ型草地に戻ったか（P-3）、あるいはそれに近い状態にある（P-4）とみてよい。これらは耕起・追播された永年草地について Voisin<sup>17)</sup>が既に指摘しているように、在来型（local type）への復帰と、古い草地の重要性を示す例といえよう。このような例は上記のみに止らず、シバ型草地の分布する北海道南部から九州にわたって、耕起法によって人工草地化された事例をみなおせば、同様の例が見出されるものと推定される\*。

一方、把(粗)耕法や火入れ・直播法の事例については、なお今後の追跡調査を要するけれども、一定の条件のもとにおいては、かなり長期にわたって牧草とシバとが混生して草地植生を形成しうる可能性のあることを示している。今回の調査では、これらの植生変化の原因を究明するには至らず、いくつかの事例を示すに止まった。しかし、これらの事例は、今後における人工草地、ことに山間傾斜地における人工草地の造成法や管理のあり方について重要な問題を投げかけていると思われる。人工草地化されたシバ型草地の植生変化の要因には、先に述べた造成法のほかに、地形や土壌・気候等の自然要因、施肥管理や放牧管理等の人為要因が複雑に関与しているであろう。上記諸要因と植生構造に生じる変化との関連や牧養力との関連等について、今後さらに詳細な追求が要求されよう。

この調査にあたり種々の便宜を与えられた岐阜県並びに高根・朝日両村の関係各位に深く感謝する。また、生態学的手法による草地植生診断への端緒を与えられた本学名誉教授岩田悦行博士並びに終始調査に協力された山地開発研究施設中島仁蔵技官にお礼を申しあげたい。

### 文 献

- 1) 松村正幸・岩田悦行：岐阜県の植生概観（その2） 飛騨地域の草地。岐阜大農研報（40）：229-240, 1977.
- 2) 平吉 功・松村正幸：シバ牧野に関する研究（第1報）。日草研会誌 3：16-22, 1957.
- 3) 松村正幸：飛騨地域における草地利用の過去・現状及び将来。“飛騨地域における農林畜複合化への道”（岐阜大学農学部地域科学研究会編）。140-168, 1981.
- 4) 松村正幸・岩田悦行・西條好迪：飛騨御岳地区における草地開発計画への指標。昭和48年度岐阜委託研究報告書：21-38, 1974.
- 5) Saganuma, T. : Phytosociological studies on the semi-natural grasslands used for grazing in Japan. I. Classification of grazing land. Jap. Journ. Bot. 19 : 255-276, 1966.
- 6) 西條好迪・吉田昭市：シバ牧野の植生管理に関する研究 I. 本州中部高海拔地域シバ牧野の植物社会学的研

\* 筆者らは最近、沖縄県八重山諸島内のコウライシバ型草地について、同様の事例を観察した。

- 究. 岐阜大農研報 (39) : 301-313, 1976.
- 7) 西條好迪・吉田昭市・松村正幸：シバ牧野の植生管理に関する研究. II. 岐阜県飛驒地方にみられるシバ草地の群落構造. 岐阜大農研報 (40) : 261-274, 1977.
  - 8) 岩田悦行・篠田 滋：ポイント法による千町牧野改良草地植生の予備調査. 草地生態(17) : 1-14, 1978.
  - 9) 東海農政局畜産課：“草地造成に伴う水収支に関する調査報告・飛驒御岳地区”昭和53-57年度報告, 1980-1983.
  - 10) 吉田昭市：植生からみたシバ牧野の状態診断に関する基礎的研究. 一特に飛驒千町牧野を中心として一. 岐阜大学農学部昭和50年度修士論文. pp. 158, 1976.
  - 11) 野間康男：岐阜県における野草地植生に関する2・3の土壌環境要因一特にシバ草地を中心として一. 同上昭和49年度修士論文. pp. 140, 1975.
  - 12) 岩田悦行・松村正幸・西條好迪：ポイント法による人工草地植生の一診断. 岐阜大農研報 (40) : 219-227, 1977.
  - 13) 佐藤勝信：草地の造成と維持（主として不耕起造成について）. 昭和47年日本草地学会秋期大会シンポジウム要旨, 1972.
  - 14) 西條好迪：シバ牧野の植生管理に関する研究 III. 植生はぎとり後のシバ草地植生の変化. 草地生態 (18) : 7-20, 1980.
  - 15) 岩田悦行：北上山地の二次植生・特に草地植生に関する生態学的研究. 岐阜大農研報(30) : 288-430, 1971.
  - 16) 三田村 強・小川恭男・鎌田悦男：シバ型草地に関する研究 I. 牛糞中のシバ種子数とその発芽特性. 日草誌 27 (4) : 387-393, 1982.
  - 17) Voisin, A. : “Better Grassland Sward” Ecology-Botany-Management, London : Crosby Lockwood & Son Ltd. 75-137, 1960.