

シバ草地成立に及ぼす林間放牧の影響とその植生安定化に関する研究

The effect of grazing on the *Zoysia japonica* semi-natural grassland and the ecological management

代表研究者 北海道大学農学部附属植物園助手 富士田 裕子
Instructor, Botanic Garden, Faculty of Agriculture, Hokkaido Univ.
Hiroko FUJITA

Sado Island has some characteristic and various vegetation caused by the special natural conditions and long-term human activities impacts. The *Zoysia japonica* type semi-natural grassland is the special vegetation established under the influence of the forest grazing which is said to have started around 810 A.C. Yet recently, the grazing pressure has been eliminated due to the changes of farm management and human population in the island and as the result, these *Zoysia* grasslands are gradually changing into another kind of vegetation. The purposes of this study are to clear the influences, the process and the result of the *Zoysia* type grasslands under the lower grazing pressure.

(1) The *Zoysia* type grasslands of Oosado island were classified into three successional types.

(2) The unpalatable plants such as *Daphniphyllum macropodum* var. *humile* and *Hydrangea macrophylla* var. *megacarpa* were the dominant species at the forest floor of *Cryptomeria japonica* natural forest.

(3) In general, the shrub patch size in the *Zoysia* grassland was larger, the species composition changed from shrub species to tree ones. At another case, from the start of the succession, *Pinus densiflora* invaded into the *Zoysia* grassland directly.

(4) The higher the grazing pressure was, the larger the density of erect shoots of *Zoysia japonica* was.

(5) The more the volume of illuminance, the higher starch contents of leaf and rhizome of *Zoysia japonica* were.

(6) The rate of the starch reserve to the rhizome of *Zoysia japonica* whose leaves are shortened under the influence of grazing was higher than those with no grazing site.

研究目的

新潟県佐渡島には、日本海に浮かぶ離島という特殊な自然環境や、古くからのさまざまな形での人間活動の影響のもとで、極めて特徴的かつ多様な植生が成立しており、我が国の植生や植生史を考える上で大変貴重なフィールドと位置づけることができる。その中で、稜線に沿った傾斜地に点在するシバ草地は、大同年間（810年頃）にすでに始まっていたとされる牛馬の林間放牧で成立・維持されてきた我が国屈指の半自然草地であり、人間活動と自然環境がバランスを取り合って共存

してきた好例ということができよう。しかしながら近年の農業の経営形態の変化、農業従事者の高齢化、都市への人口集中に伴う過疎化と後継者の不足のために、畜産経営は舎飼中心、濃厚飼料多給へと移行し、放牧頭数は極端に減少し、この貴重なシバ草地はその姿を変えようとしている。そこで本研究は、(1) 大佐渡山地の植生および植生成立に林間放牧がどのような影響を与えたか、(2) 大佐渡山地の牛馬の林間放牧頭数の激減とともにシバ草地の植生はどのように変化したか、(3) 放牧圧（牛馬による採食や踏みつけなど）が低下す

ると、シバ草地内で何が起きるのか、といった点を明らかにし、農山村地域での特色ある自然環境に根ざした人間活動のあり方と、佐渡の植生安定化のための方策を検討することを目的とする。

研究経過

本研究では、大佐渡山地の6地区のシバ草地で、シバ草地の種組成および侵入樹木に関する植生調査を行い、現在のシバ草地の遷移の進行状況を把握し、立地環境との関係で遷移の状況がそれぞれの様に異なるのかを検討した。

また、長年にわたる林間放牧の影響は、シバ草地を含めた大佐渡の植生全体に及んでいると考えられるので、森林の植生調査もを行い、併せて大佐渡の林間放牧に関する資料や文献、聞き取り調査を行った。

放牧圧が低下すると遷移は進行するが、その際、シバがどのような反応を示し何が起こるのかは明らかにされていない。そこでそのメカニズムについて、シバと他の植物の動態、シバの生理的・形態的变化から解明を試みた。このことは逆に、シバが持っているどのような形態的可塑性と生理的特性が、牛馬の採食や踏圧のもとで、シバ草地が形成・維持されていく生存戦略となっているかを明らかにすることでもある。

研究成果

(1) 大佐渡山地の植生およびその成立過程に林間放牧はどのような影響を与えたか？

大佐渡山地の放牧の歴史は、1,000年以上にも及び、島内で飼育されていた牛馬の頭数は最高時には7,000余頭で、そのうち約2,000頭が林間放牧されていた。1958年頃の記録を見ると、大佐渡の12の放牧地区、合計で約8,200 haに、1,500頭余りが放牧されていた。しかしながら1978年には500頭弱に減少し、現在では約40頭となり、頭数の激減とともにシバ草地の面積も確実に減少していった。特に低海拔地区、あるいは2次林を伐採して放牧地とし、後にシバ草地に退行遷移した地区では、放牧圧の低下とともに他の地区よりも早く遷移が進んでいることが今回の調査から明らかになった。一方、放牧頭数が激減したにもかかわらず、海拔が高く気象条件がきび

しい立地では、遷移の進行が遅くシバが優占したままの草地が維持されていた。このことから大佐渡山地のシバ草地は、立地や微気象条件からもともとシバが生育していた、あるいはしやすかった場所と、強度の放牧圧のためにシバ草地に退行遷移した場所と2タイプがあると考えられた。

一方、シバ草地以外の大佐渡山地の植生に注目すると、最も特異的な植生として、大佐渡の海拔約700 m以上の地域に多く分布しているスギの天然林が挙げられる。地形による土壌の乾湿の違いによっていくつかの林床タイプが見られるが、その中にエゾユズリハ、エゾアジサイの優占するタイプが見られる。このタイプの林分は林間放牧によって明らかに牛に利用されていたと考えられ、これらの種が牛馬の不嗜好植物である点が特徴であった。同様の現象は、ブナ林、ヒバ林などでも観察され、明らかに大佐渡山地の植生全般に林間放牧は影響を与えて来たと考えられる。

(2) 放牧数の激減とともに、大佐渡山地のシバ草地の植生はどのように変化したか？

植生調査を行ったシバ草地6地区の全出現種数は76種であった。大佐渡山地のシバ草地で各地区に共通に出現する種は、ほぼシバ群団の表徴種やシバ群集の識別種で構成されていた。さらにドンデン山、平城畑、大塚山、大倉峠の調査地に出現する種群も、ほぼシバ群団の表徴種やシバ群集の識別種であった。しかし、関岬と山居では上記の4地区に出現する種群がみられず、代わりにチモシー、ナガハグサ、カモガヤなどの牧草が特徴的に出現し、これらの草地にかつて牧草が把持された来歴を示していた。

一方シバの被度に注目してみると、ドンデン山が最も高く、平城畑、大塚山がそれに続き、大倉峠や関岬、山居では被度が低下していることが示された。シバの被度が低下している大塚山、大倉峠、関岬、山居で、さらにシバ草地内のパッチ状の植生の違いや牛による利用のされ方に着目して植生調査を行い、種ごとの積算優占度(SDR3)を計算してみた。それによると、大塚山では牛が採食せずシバの葉身が伸びている場所では、採食されている場所には出現しないススキ、ハナヒリノ

キ、サルトリイバラなどが侵入していた。大倉峠ではシバの優占している場所よりも、オオウシノケグサが優占する場所でのシバのSDR3が低下しており、ススキ、アカマツ、レンゲツツジなどが侵入し、明らかに遷移が進行していた。関岬ではもはや雑草や牧草の方が優占しており、むしろシバはパッチ状に残存する形で、牧草や草本の優占する場所ではシバは出現しなかった。山居のアカマツの侵入が著しい場所では、シバが優占はしているが密度が低下しており、ここは近い将来アカマツ林に変わると考えられた。

放牧圧の低下した大塚山で、低木のパッチの分布、サイズ、種構成を30m×40mの方形区内で調べてみると、低木のパッチサイズが増加するとともに、パッチの構成種が変化することがわかった。大塚山の場合、最初ハナヒリノキの実生が、放牧圧の低下でシバの葉身が伸長した草地内にランダムに侵入する。それがしだいに生長すると周辺に新しいハナヒリノキが侵入し、次にサワフタギ、イヌツゲ、ノイバラなどが侵入し、さらに高木を形成する種であるヤマモミジ、イタヤカエデ、ウリハダカエデなどが侵入することが明らかとなった。一方、以前はアカマツ林であった山居のシバ草地では、アカマツの齢を調べてみると約8年前からアカマツが侵入を開始し、その周囲に新たなアカマツが侵入し、個体数が増加していきことがわかった。またアカマツ以外の低木パッチはノイバラ、モミジイチゴ、カマツカ、ヒサカキ、エゾアジサイなどの牛の不嗜好植物から構成されていた。以上から放牧圧の低下とともに、低木さらには高木樹種が侵入し遷移が進行する場合、その草地の原植生と立地環境によって、侵入してくる樹種と遷移進行のパターンが異なることが明らかになった。

(3) 放牧圧が低下するとシバ草地内で何が起きるのか？

各調査地で一定面積内のシバの直立茎数密度と牛の食痕を調べてみると、牛の利用頻度の高い所ほどシバの直立茎数の密度が高かった。これは食われることに対して、シバが直立茎数を増加させ密度を高める補償作用をとるからと考えられる

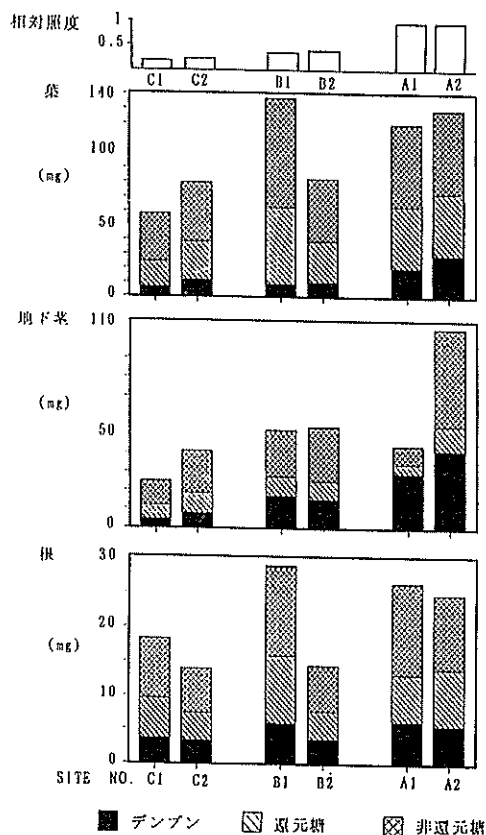


図1. 各調査ポイントにおける相対照度および葉・地下茎・根の炭水化物量(乾重1g当たり)

が、見方を変えればこの現象が他の植物が草地内に侵入するのを阻止し、シバ草地を安定させていると考えることができる。逆にシバが採食されなくなると、シバの葉身は長いものでは20cm以上にも伸び、直立係数の密度は減少し、他の植物の侵入が始まってしまう。そこで今回、①放牧圧が弱まり、シバの葉身が伸長し他種が侵入することによって、群落構造と光環境が変化すること、②食われた時シバの体内で何が起るのかの2点に着目し、異なる照度でそれぞれ牛に採食されているところ、されていないところを選び、シバの葉・地下茎・根における炭水化物(デンプン、還元糖、非還元糖)の定量を行った。その結果(図1)、照度の増加にともない葉、地下茎に含まれるデンプン量の増加が認められた。また、地下茎の

デンプン量は、照度の低い時には葉におけるデンプン量よりも少ないが、照度が高くなると葉におけるデンプン量を上回る傾向が認められた。さらに、牛に採食され葉の短くなったシバの地下茎へのデンプン貯蔵率が、採食されないシバに比較して明らかに高いことがわかった。以上からシバ草地として安定している場所（＝放牧圧の高い場所）では、光合成産物の生産量が多く、さらに採食されると盛んに同化物を地下茎に転流し、直立茎数を増大させ密度を高める一連の反作用 (reaction) が起きていることが示唆された。

今後の課題と発展

今回、林間放牧が大佐渡の植生全体に与えた影響を詳細に解析・評価できなかったのが、今後シバ草地以外の植生タイプでの植生調査も行い、多変量解析による分析を行う予定である。さらに、新潟大学のグループによる花粉分析の結果から、大佐渡の植生の変遷が明らかになれば、大佐渡の植生と林間放牧の関係がより明らかになるものと考えられる。

本研究から、照度の増加に伴いシバの葉、地下茎におけるデンプン量が増加し、牛による採食の頻度が高く葉が短くなったシバの地下茎へのデンプン貯蔵率が、採食されずに葉が伸びたシバに比べて高い値を示すことが認められた。一方シバ草地は、放牧圧が高く採食の頻度が高いほど、シバの直立茎数が増加し密度が高まり植生が安定するので、今後は食われる→地下茎へのデンプン貯蔵率が高まる→直立茎数の密度が高まる、という因果関係が成立するかどうかをさらに検証する必要がある。また、デンプン貯蔵率の高まりが、採食されるという物理的な刺激によるのか、群落の微構造の変化による光量の違いが引金になっているのか、形態形成に影響を与える光質 (R/FR) の変化によって制限されているのか（つまり光合成同化物の植物体各器官への分配が何によって決まっているのか）を明らかにする必要がある。さらに光環境や放牧圧の相違が、光合成能の違いに結び付くのかどうかを明らかにする必要もある。これらを明らかにすることは、シバが放牧による採食刺激を、自らの生命維持と群落の形成と安定にどのように利用しているのか、シバ草地における遷移はどのようなメカニズムで進行するのかという点を解明するばかりではなく、シバ草地の植生を安定させるための今後の保全対策にも結び付くものと考えられる。

デンプン貯蔵率が、採食されずに葉が伸びたシバに比べて高い値を示すことが認められた。一方シバ草地は、放牧圧が高く採食の頻度が高いほど、シバの直立茎数が増加し密度が高まり植生が安定するので、今後は食われる→地下茎へのデンプン貯蔵率が高まる→直立茎数の密度が高まる、という因果関係が成立するかどうかをさらに検証する必要がある。また、デンプン貯蔵率の高まりが、採食されるという物理的な刺激によるのか、群落の微構造の変化による光量の違いが引金になっているのか、形態形成に影響を与える光質 (R/FR) の変化によって制限されているのか（つまり光合成同化物の植物体各器官への分配が何によって決まっているのか）を明らかにする必要がある。さらに光環境や放牧圧の相違が、光合成能の違いに結び付くのかどうかを明らかにする必要もある。これらを明らかにすることは、シバが放牧による採食刺激を、自らの生命維持と群落の形成と安定にどのように利用しているのか、シバ草地における遷移はどのようなメカニズムで進行するのかという点を解明するばかりではなく、シバ草地の植生を安定させるための今後の保全対策にも結び付くものと考えられる。