

い。カン類はケヤキ林の中に生育していることもあるが、芽生えからの再生はきわめて少ない。モミも上田城趾に観察されているだけで、他に殆んどみられていない。

このように現在極相林をつくっている樹種で、どの種もこの地域の原植生の優占種として推定できる種はない。筆者の一人和田は長野県植物研究会創立10周年記念大会（松本，1977）の席上でこの地域の群落の種組成がブナ群団のそれと共通するものが多いとのべ、この地域がブナ林域であるとする説をのべた。そして原植生は単一の優占種ではなく、複数の優占種群をもち種組成はブナ群団に近いものとした。たしかに塩尻や諏訪の社寺林にはカエデ類のようなブナ林の高木構成種をふくんでいて、この説を支持するようにみえる。

一方これを花粉分析や植物遺体の方からみると（第4紀古植物研究グループ1974）、いまから約3500年前の辰野町小野の大形植物遺体としてヒメバラモミ、チョウセンゴヨウ、トウヒ、シラベがあげられている。この地域はいまより年平均気温が約7°C低く、亜寒帯針葉樹林におおわれていたらしい。それが、寒暖をくり返しながらか、現在の気候となってきたものであろう。また松本盆地の第四紀地質の研究（松本盆地団体研究グループ1972）によれば、洪積世前紀の堆積物・塩嶺扇層の中にナラ属数種、ブナ属、カエデ属、ハンノキ属、セコイア属などの遺体がみつかったとされて

いる。セコイアを除けばいずれも現在のブナ林域の構成種に近い。しかし同じ報告の中に洪積世後期の波田礫層中にトウヒ属、モミ属、イチイ属、マツ属などの亜寒帯の樹種が存在したとされている。

ウィルム氷期のころの亜寒帯林がその後の気候の温暖化にともなって北方へ後退し、その後に成立した森林はナラ属、ブナ属、カエデ属を中心とした森林で、それがこの地域の原植生の祖型であると考えられることができるかもしれない。

しかし、このことと現在の中東北信地域などの森林帯にあてるということはすぐには結びつかない。吉良の温量指数などの温度条件において常緑広葉樹林帯にもブナ帯にも属さず、しかも乾燥の強いこの地域を、独立した森林帯とすべきか否かは今後の課題となろう。

文 献

ブランー・ブランケ（1964）植物社会学Ⅰ，Ⅱ（鈴木時夫訳）359頁，321頁，朝倉書店。

第四紀古植物研究グループ（1974）日本におけるウルム氷期の植生の変遷と気候変動（予報）第四紀研究，12巻，161—175頁。

松本盆地団体研究グループ（1972）松本盆地の第四紀地質の概観—松本盆地の形成過程に関する研究—地質学論集，7号，297—304頁。

美ヶ原高原の緑化実験

土 田 勝 義

K. Tsuchida: Planting experiments in the devastated area of the Utsukushigahara Heights, subalpine zone, Central Japan.

本報は先に報告した、美ヶ原高原の荒廃地回復に関する調査1. 美ヶ原高原の植生と植生図（土田，1973a）の第2報である。前報において、筆者は美ヶ原高原は主に人為的作用により植生の荒廃がすすんでおり、早急に植生の保護と、植生の回復の必要性をのべた。しかし現実的には当地のような自然環境の厳しい場所での具体的な植生回復の方法については未知のものが多く、そこで筆者はひきつづいて当高原の最高峰王ヶ頭付近（標高2020m）の裸地状地において、当高原に自生する野草による植生回復（緑化）実験をこころみた。

当高原は大部分草原であり、またその草原の大部分は牧草地となって牛が放牧されている。この牧草地以外の草原域に、近年多数の観光客が踏み入り、植生が荒廃し裸地面積が増大した。また山小屋などの建

築、道路建設、一部車両の運行などによっても裸地が生じている。このように一度裸地になってしまうと、当高原のような気象条件の厳しい場所では植物が再び定着するのに長年月かかるばかりか、場合によっては不可能こともある。本実験では、このような裸地に種子を播種し、とりあえず裸地を緑化する方法をこころみた。裸地等の緑化技術については近年多くの開発がなされているが、筆者はこれらについては知識がないので実際の技術・方法については専門家にまかせたいが、ここでは、当高原の裸地緑化の基礎的な研究として、また初期遷移の研究の一部として実験の結果を報告する。なお本実験は1974年夏より1976年秋までの3ヶ年間おこなわれたものである。また気象観測・冬期環境調査については別の機会に報告したい。

実験地の概要と実験方法

実験地は美ヶ原高原王ヶ頭の南東のほぼ平坦地で、人の踏みつけ、ジープの運行、建設工事などによって広い裸地になっている地域の一部に設けた。当地は美ヶ原でもっとも標高が高く、また風当りが強く、冬期も雪が吹きとばされているという気象条件の厳しい場所である。地面は踏みつけなどにより沈降・硬化し、土壌は雨水により流失したり、風によって飛散して安山岩の岩石や礫が裸出しており、外見的には全く荒廃した無植生地であった。

実験は第1回目が1974年夏、第2回目は1975年春におこなったが、実験方法がことなるのでそれぞれについて論ずる。

(1) 1974年8月10日の播種実験

播種は、植物の生長過程からいっても一般的に春季の方が良いと思われるが、実験地の借用手続が長くかかり1974年度は8月中旬にはじめざるをえなかった。種子は前年に当高原で採取したものを使用した。まず実験地を1×1mの格子状に区画し、各区画において、地面を浅く耕起し、それぞれの種子を適当量播種してから土をかぶせ、灌水した。また一部区画は、白色の布製のネットで被覆した。また実験地の周囲から雨水の流入を防ぐため、周囲に溝を掘った。また気象観測のため実験地内に百葉箱を設け、自記温湿度計、最高最低温度計をそなえた。その後放置して経過をまった。第1回の調査は同年9月2日におこなったが、ほんのわずかながら芽生えが見られた。しかし9月の台

風期になって雨量が増大し風が強くなるとともに、これらの芽生えはほとんど消失し、また強固に設置した百葉箱が倒壊してしまうというハプニングがおき、あらためて気象条件の厳しさを認識した。台風期をすぎた10月22日の調査では、この台風期を生きのびたわずかの幼植物がいく分大きくなって生育していた。一冬おいて雪の消えた翌年4月29日の調査では、実験地の大半が流入した土砂に覆われており、また土壌の凍結・融解作用で植物の根が裸出したり、切断されたりしており、ほぼ植物は全滅状態であった。ただしまだ早春なので暖かくなれば地中から再度芽生えたり、生育してくることは予想された。このように第1回目の緑化実験は失敗ということになったので、あらためて1975年6月に実験をやり直した。なおこの区画中、比較的被害の少なかったもの、植物の生育が良好なものは、そのまま継続して実験に使用した。

(2) 1975年6月15日の播種実験

実験地の各区画を新たに耕起し、土壌を篩にかけ礫をのぞき、化学肥料を適当量施し、1974年に採取しておいた種子を蒔き、土をかぶせた。また各区画は高さ5～10cmの土堤で囲み、ワラで被覆した。また対照区として種子を蒔かない裸地において、ワラで被覆した裸地No. 1、ワラを被覆しない裸地No. 2、No. 3の区画を設けた。さらに実験地の周囲には深さ約50cmの溝を掘って外部からの雨水、土砂流入を防止した。各区画の内容は図1の通りである。

13* オオバコ	12* ヤマオダマキ	11 ヨモギ	10 ススキ	9 イタドリ	8 ウツボグサ	7 ノアザミ	6 ウシノケダサ	5 シャジクソウ	4 ニッコウキスゲ	3 アキノキノリンソウ	2 ヤマハハコ	1* ノアザミ
											15 マツムシソウ	14 イタドリ
28* ハクサンフウロ	20 クサボタ	19 ウシノケダサ	18 ヒゲノガリヤス	17* アキノキノリンソウ	16* ノアザミ							
				21 マツムシソウ								
28* 裸地3	27* 裸地2	26* 裸地1	24* マツムシソウ	23* イタドリ	22* ノアザミ							
						24* ヒメスゲ						

図1 実験地に播種した植物名と区画No. *印は1974年8月、他は1975年6月に播種または設けたもの。

結 果

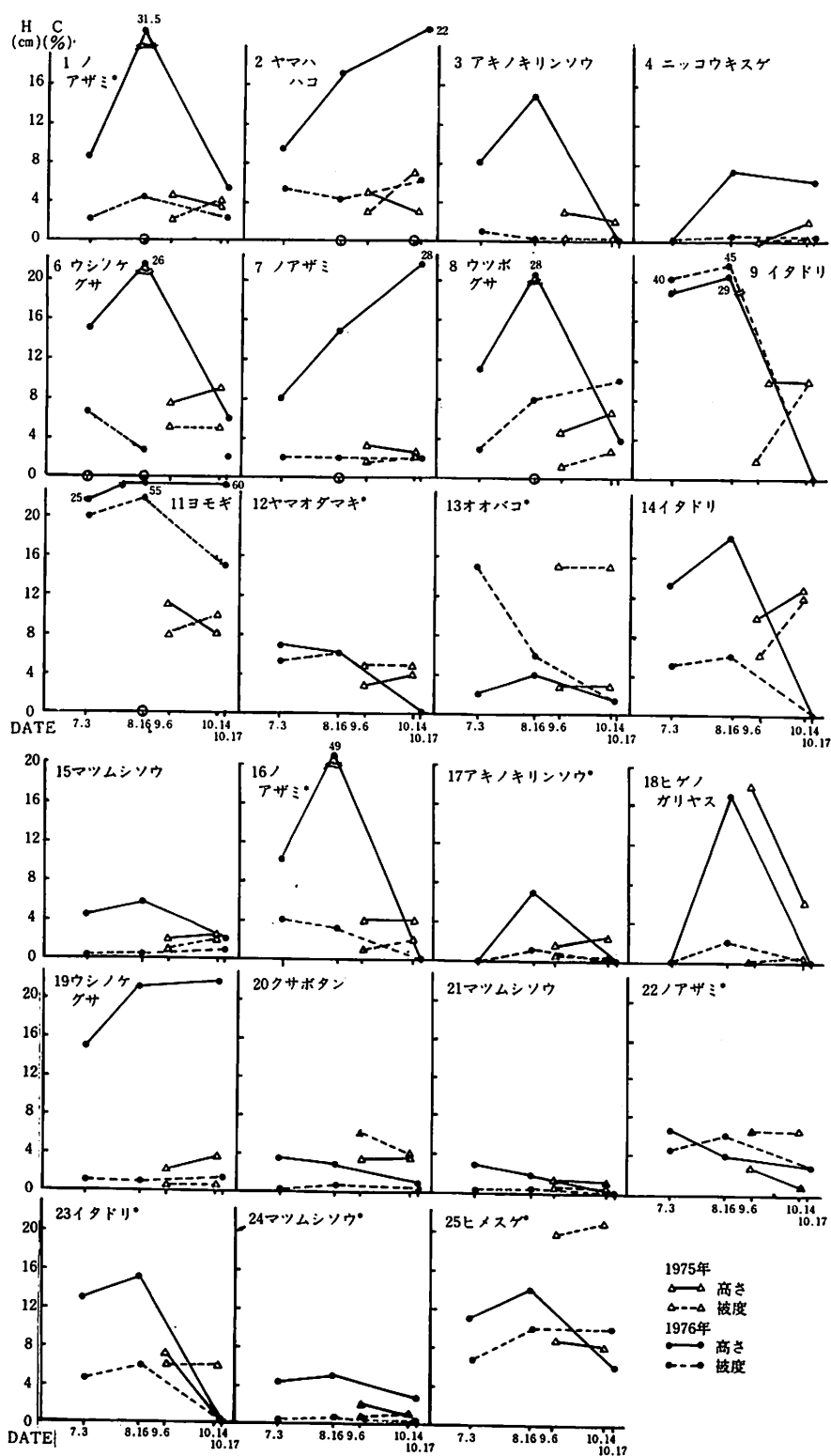
播種後、実験地の調査は1975年7月16日、9月6日*、10月14日*、1976年5月5日、7月3日*、8月16日*、10月16日*におこなったが、植物の生育状況の調査は*印の日付であり、各区画において出現植物の植被率、被度(%)、高さを測定した。

(1) 播種区の生育状況(図2)

No. 1 ノアザミ(1974年播種): 1974年8月に播種したもので調査結果は1975年9月6日より示した。し

たがって越冬した翌年の秋の状態からである(1974年播種はすべてこれと同じである)。このときはロゼット葉のままで数個体が生育しており被度が2%あり、10月の調査時には4%と増加していた。再度ロゼットで越冬して翌年の7月には被度2%と減少していたが、夏期にはまた4%まで増加した。しかし前年とちがって10月には減少している。一方、高さは1976年になると抽苔して開花したので夏期には30cm以上になった。したがってこのノアザミは播種後3年目の夏に

図2 各播種区(No.1~25)における播種植物の生育の変化(1975~1976年) *印は1974年播種。



ようやく開花し種子生産をおこなったものである。

No. 2 ヤマハハコ：9月では被度が3%，10月にはさらに上昇して7%となった。冬期には地上部は枯れてしまい翌年7月には5%となったが、夏期にやや減少した。しかしこのヤマハハコは8月に開花し、それにとまって草高も高くなった。したがってヤマハハコは播種後2年目で開花した。

No. 3 アキノキリンソウ：芽生えが少ない。1975年にロゼットになり越冬した7月にやや被度が増えたものの夏になると減少している。しかしロゼット葉の高さは15cmとなり大型となった。アキノキリンソウは芽生えが悪いが、ある程度は大型化すること、二年目でも開花がみられないことが観察された。

No. 4 ニッコウキスゲ：このニッコウキスゲは全期を通じて芽生えがみられなかった。それが種子自体に問題があったのか、環境その他に問題があったのかは不明である。

No. 5 シヤジクソウ：このシヤジクソウも芽生えが少なく、2年目も被度が低いが高さ8cmにもなっているものがある。開花はしていない。

No. 6 ウシノケグサ：播種年の9～10月時には被度が5%，高さも6～9cmと比較的良好な生育を示した。翌年の7月に被度がやや高まり、この時点で花穂ができていた。8月にはさらに花穂が伸長し、高さが26cmとなった。ウシノケグサは芽生えもその後の生育も比較的良好であり、また2年目に開花したことになる。

No. 7 ノアザミ：2年間通しても被度は2%とかわらないが、2年目の7月には抽苔しており、8月に開花した。No. 1のノアザミは3年目に開花したが、これは播種時期のちがいによるものと思われる。

No. 8 ウツボグサ：最初の9～10月は2～3%の被度だったが、翌年の夏になると8～10%と増加し8月には開花するという状態で、生育が良好であった。

No. 9 イタドリ：1年目の9月では被度は2.5%と低かったが、高さはすでに10cmにもなっていた。翌年の7月には被度は40%と大きく増え、さらに8月には45%，高さ29cmにも達した。10月19日には地上部は枯死していた。しかしこれだけ生長がよくても開花しなかった。

No. 10 ススキ：芽生えがみられなかった。

No. 11 ヨモギ：9～10月には被度8～10%と良好で高さも10cmあり、翌年の生長が期待された。そして7月にはすでに被度20%，高さも25cmとなり、8月にはさらに伸長して55cmと播種植物の最高を示した。このとき開花をしていた。10月19日でも地上部はあまり枯死していない。ヨモギも生育良好な種であ

る。

No. 12 ヤマオダマキ（1974年播種）：2年目の9月には被度3%，高さ5cmであった。3年目の7月にはやや増加したが、開花はしなかった。

No. 13 オオバコ（1974年播種）：2年目の秋期には被度が15%と高かった。3年目の7月にも16%となっていたが、夏から秋にかけて減少していた。ロゼット型植物なので高さはほとんど変化がなく、また抽苔開花がみられなかった。この種は非常に芽生えや生育が良いといえる。

No. 14 イタドリ：この区はNo. 9と同処理なので、ほぼ同様の生育傾向を示しているが、No. 9より全体的に低値である。しかし他の区に比して非常に生育良好である。開花はみられない。

No. 15 マツムシソウ：越年生植物マツムシソウは、初年の9月には、わずかの芽生えが観察され、ロゼット型で越冬した。翌年の7月には被度はやや減じたがロゼットはやや大きくなった（いくつかの個体は消滅した）。2年生植物にしてはあまり生育がよくなく、抽苔開花もしなかった。本来なら2年で枯死してしまうのであるが、10月にまだロゼット葉の生育がみられたので、次年に生き伸びてゆくものと思われる。

No. 16 ノアザミ（1974年播種）：このノアザミ区は、播種したときに布製ネットを被覆したものである。したがってNo. 1のノアザミ区よりも保護されているものである。2年目の9月には被度は1.5%と低く、高さ4cmのロゼット型であったが、3年目に抽苔して開花した。被度は4%となっているが、ネットなしの区と生育状態はあまりかわらなかった（しかしこの区は他の植物の生育が非常によかった）。

No. 17 アキノキリンソウ（1974年播種）：この区もネットをかぶせたものである。アキノキリンソウは芽生えも生育も悪く。3年目にはロゼット葉の高さは7cmまでになったが開花はしなかった。

No. 18 ヒゲノガリヤス：初年の9月には被度はわずかだが高さは18cmもあった。次年7月にはほとんど生育していなかったが、夏になると急に生育がみられ、被度2%，高さ17cmとなったが、出穂はなかった。

No. 19 ウシノケグサ：No. 6と同じ内容だが、生育状況はややことなる。1年目の9月は被度は2%と低く10月には3%まで上った。しかし翌年はまた被度が下って年間1%ぐらいであった。これに対して高さの方は2年目の7月にはすでに15cmに達しており、出穂していた。夏に開花し高さも22cmとなった。この種は被度は低い2年目で開花、種子生産があった。

No. 20 クサボタン：小型木本のクサボタンは幼生の

ころは草本類と同じような生育の仕方である。1年目は被度6%，高さ3cmと良好な生長であったが，2年目の7月には減少しており，夏期にも回復せず漸減している。高さはほとんど変化がない。

No. 21 マツムシソウ：No. 15と同じ内容のものである。このマツムシソウも芽生えがわるく，翌年の7月には被度もふえていない。ロゼット型のままである。

No. 22 ノアザミ（1674年播種）：この区はNo. 16と同じでネットをかぶせたものであるが，生育状況はことなる。2年目の秋には被度7%と良好でロゼット型をつづけていた。3年目でも被度は高かったが抽苔せず開花がみられなかった。ノアザミ区ではもっとも被度の高い区である。

No. 23 イタドリ（1974年播種）：この区もネットをかぶせた。2年目の9月には被度6%，高さ7cmであり，No. 9，No. 14のイタドリに比して低値を示している。3年目にも被度はあまり変らず草高が高くなったのみである。3区のうちではもっとも生育状態の

わるい区である。

No. 24 マツムシソウ（1974年播種）：ネットをかぶせた区であるが，マツムシソウの生育はわるく，3年目についてみると，被度も増えず同一個体のロゼットの高さが4～5cm程度となっているのみで抽苔開花しない。しかし枯死しないので4年目へさらに生育期間がのびるものと思われる。

No. 25 ヒメスゲ（1974年播種）：ネットをかぶせた区である。2年目の9～10月にはヒメスゲは20～25%と非常に高い被度を示したが，3年目の7月には7%まで減少した。夏には10%まで回復したが前年に及ばない。このヒメスゲの開花はみられない。しかし芽生え，その後の生育はかなり良好である。

No. 28 ハクサンフウロ（1974年播種）：3年目になってもハクサンフウロはまったく生育してこない。

(2) 自然生育した植物の動態

各区には播種した植物以外の自然に生育してきた植物がみられ，これらについてその動態を論ずる。表1

表1 自然生育した植物の被度(%)の変動(10位まで)

調査日	1975. 9. 6		1975. 10. 14		1976. 7. 3		1976. 8. 16		1976. 10. 19	
順位	植 物 名	被度	植 物 名	被度	植 物 名	被度	植 物 名	被度	植 物 名	被度
1	オオバコ	33.5	ヒメスゲ	35.0	ヒメスゲ	47.5	オオバコ	62.3	ヒメスゲ	63.8
2	ミヤマスカボ	18.5	オオバコ	32.8	オオバコ	36.8	ヒメスゲ	59.5	ヨモギ	45.8
3	ヒメスゲ	16.0	ヨモギ	25.0	ヨモギ	30.0	ヨモギ	50.8	ミヤマスカボ	25.5
4	ヨモギ	12.3	ミヤマスカボ	18.5	スズメノカタビラ	11.0	ヤマハハコ	22.5	ヤマハハコ	24.5
5	ヤマハハコ	11.0	スズメノカタビラ	17.0	ヤマスズメノヒエ	11.0	ミヤマスカボ	22.0	オオバコ	19.3
6	スズメノカタビラ	10.8	ヤマハハコ	15.0	ヤマハハコ	10.0	ヒゲノガリヤス	16.3	ヤマスズメノヒエ	12.2
7	カワラスゲ	6.0	ヤマスズメノヒエ	5.5	タニソバ	6.5	ヤマスズメノヒエ	14.8	スズメノカタビラ	11.3
8	ウシノケグサ	4.8	カワラスゲ	5.0	ヒゲノガリヤス	5.0	タニソバ	11.5	ヒゲノガリヤス	9.0
9	タニソバ	4.3	クサイ	4.5	イタドリ	3.3	タニスゲ	11.0	クサイ	5.5
10	ヤマスズメノヒエ	3.8	ヒゲノガリヤス	3.8	イワアカバナ	2.5	スズメノカタビラ	7.3	タニスゲ	5.0
自然繁殖種の被度合計		131.5		173.3		174.5		310.0		232.5

は，1975～1976年の調査時における自然出現した植物の被度合計を示している。すなわち全区を通して，その種の被度(%)を加算したものであり，被度からみてその植物の生育状態を論じたい。

1975年9月6日では，オオバコが33.5%と第1位であり，以下10%までのものとして，ミヤマスカボ，ヒメスゲ，ヨモギ，ヤマハハコ，スズメノカタビラの順となっている。一冬こして7月3日には，ヒメスゲが47.5%と第1位となり，つづいてオオバコ，ヨモギ，スズメノカタビラ，ヤマスズメノヒエ，ヤマハハコとほぼ前年9月の優占種が10%以上となっている。最盛期の8月には，第1位オオバコ62.5%と前年9月の約2倍も増加しており，つづいてヒメスゲ59.5%，ヨモギ50%も高値を示した。ヤマハハコ，ミヤマスカボ，

ヒゲノガリヤス，ヤマスズメノヒエ，タニソバが10%以上となっている。これら各期の植物の全ての被度を合計すると，1975年131.5→173.5%，1976年174.5→310→232.5%となって大幅に増加している。

これらの植物の種子は飛散，流入，埋土中などによって発芽生育したものであり，自然状態の中でもかなりの種子の侵入があることがわかる。

(3) 裸地区の状態

裸地区については，1976年の植生調査の結果を表2に示した。

No. 26 裸地1：ワラをかぶせた裸地区である。7月3日にはヒメスゲ6%とオオバコ(+)のみであったが8月16日にはスズメノカタビラ，ミヤマスカボ，ミヤマニガイチゴなどが出現してきた。しかし植被率は

表2 裸地に出現した植物の被度(%)の変動(1975~1976年)

裸地 調査日	1 (被度)					2					3				
	9.6	10.14	7.3	8.16	10.19	9.6	10.14	7.3	8.16	10.19	9.6	10.14	7.3	8.16	10.19
植被率(%)	0	3	6	4	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0.5	0
種数	0	6	2	7	4	0	0	0	3	0	0	0	0	2	0
ヒメスゲ		2	6	4	3										
ミヤマスカボ		+		+	+				+					+	
オオバコ		+	+	+											
ウシノケグサ		+													
クサイ		+													
ヤマハハコ		+													
スズメノカタビラ				+	+				+						
ミヤマニガイチゴ				+	+										
ヨモギ				+	+										
スナゴケ									+					+	

表3 1974年8月10日に播種した植物の被度(%)の変動(5位まで)

調査日	1975. 9. 6		1975. 10. 14		1976. 7. 3		1976. 8. 16		1976. 10. 19	
	区画 Na	被度	区画 Na	被度	区画 Na	被度	区画 Na	被度	区画 Na	被度
1	09 ヒメスゲ	20	09 ヒメスゲ	25	13 オオバコ	15	09 ヒメスゲ	10	09 ヒメスゲ	10
2	13 オオバコ	15	13 オオバコ	15	09 ヒメスゲ	7	12 ヤマオダマキ	6	12 ノアザミ	3
3	12 ノアザミ	7	12 ノアザミ	7	12 ヤマオダマキ	5	13 オオバコ	6	(1) ノアザミ	2
4	12 イタドリ	6	12 イタドリ	6	12 イタドリ	5	12 ノアザミ	6	13 オオバコ	1
5	12 ヤマオダマキ	5	12 ヤマオダマキ	5	12 ノアザミ	4.5	12 イタドリ	6	12 マツムシソウ	+
全区画の被度合計		57.3			65.3		42.8		42.5	16.3

6→4→3%と夏期に減少した。これらの種は他地の自然出現の優占種と一致している。

No. 27 裸地2: 7月1日にはまったく植物は生育していなかったが、8月にはミヤマスカボ、ヤマハハコ、スナゴケなどがわずかながらみられた。しかし10月には全く消失してしまった。したがってこの裸地は3年たっても、ほとんど植物が定着繁殖しないものといえる。

No. 28 裸地3: No. 27と同様の傾向を示し、7月に

は生育がみられず8月にはわずかのミヤマスカボとスナゴケが生育したが10月には消失してしまった。

したがって裸地においてはワラなどの被度があれば植物はある程度の定着繁殖があるが、全くの裸地の場合は非難に困難であることがわかった。

(4) 播種した植物の生育度の比較

ここでは生育度としてその植物の被度(%)を使用した(表3)。1974年播種のものでは、1年後の9月4日にはヒメスゲが20%で1位を占め、以下オオバ

表4 1975年6月15日に播種した植物の被度(%)変動(10位まで)

調査日	1975. 9. 6		1975. 10. 14		1976. 7. 3		1976. 8. 16		1976. 10. 19	
	区画 Na	被度	区画 Na	被度	区画 Na	被度	区画 Na	被度	区画 Na	被度
1	(1) ヨモギ	8	(4) イタドリ	12	(9) イタドリ	40	(9) イタドリ	45	(1) ヨモギ	15
2	(2) クサボタン	6	(9) イタドリ	10	(1) ヨモギ	20	(1) ヨモギ	22	(8) ウツボグサ	8
3	(4) イタドリ	6	(1) ヨモギ	10	(6) ウシノケグサ	6.5	(8) ウツボグサ	8	(2) ヤマハハコ	6
4	(6) ウシノケグサ	5	(2) ヤマハハコ	7	(2) ヤマハハコ	5	(4) イタドリ	6	(6) ウシノケグサ	2
5	(2) ヤマハハコ	3	(6) ウシノケグサ	5	(4) イタドリ	5	(2) ヤマハハコ	4	(7) ノアザミ	2
6	(9) イタドリ	2	(2) クサボタン	4	(8) ウツボグサ	3	(6) ウシノケグサ	2.5	(9) ウシノケグサ	1.5
7	(7) ノアザミ	1.5	(8) ウツボグサ	3	(7) ノアザミ	2	(7) ノアザミ	2	(15) マツムシソウ	1
8	(8) ウツボグサ	1.5	(7) ノアザミ	2	(3) アキノキリンソウ	1	(18) ヒゲノガリヤス	2	(5) シヤジクソウ	+
9	(15) マツムシソウ	1	(15) マツムシソウ	2	(9) ウシノケグサ	1	(9) ウシノケグサ	1	(2) クサボタン	+
10	(3) アキノキリンソウ	+	(3) アキノキリンソウ	+	(15) マツムシソウ	+	(2) クサボタン	0.5	(3) アキノキリンソウ	+
全区画の被度合計		35.0			56.3		84.3		94.3	36.0

コ、ノアザミ、イタドリ、ヤマオダマキとなるが、3年目の夏では、ヒメスゲは10%と半減し、オオバコも6%と急激している。ふえたものはヤマスカボ1%、No. 1ノアザミ2%などの増加がある。また播種植物の被度合計は57.3→42.5%と15%も減少しており、全体として3年目は衰退しているといえる。

1975年播種のものでは(表4)、同年9月はヨモギ8%、クサボタン6%、No. 9イタドリ6%、No. 6ウシノケグサ5%、ヤマハハコ3%と全体的に低値であったが、10月中旬にはこれらはかなり増加したので、低温のつづく10月になってもさらに生育をつづけていたといえる。越冬した翌年の7月3日にはNo. 9イタドリが40%と第1位を占め、以下ヨモギ20%、ウシノケグサ6.5%、ヤマハハコ、イタドリ5%とよく

生育しており、最盛期の8月中旬には、No. 9イタドリ45%、ヨモギ22%と漸増している。またウツボグサも3%から8%へと増加している。なお被度合計は当年9月35%→翌年7月3日84.3%→8月16日94.3%となって2年目は増加傾向である。秋期になると全体的に減少するが、ヨモギ、ヤマハハコ、ノアザミなどのキク科と、ウシノケグサ、ウツボグサはまだかなりの生育がみられる。

(5) 生活型組成

播種したものや、自然に生育してきた植物の生活型を調べ、また組成を比較する。生活型組成は、フロラ的な組成をみるうえで種数%を、優占度(量)からみるうえで被度%をそれぞれ求めた。なお1975年9月6日と1976年8月16日のものを示した(図2)。

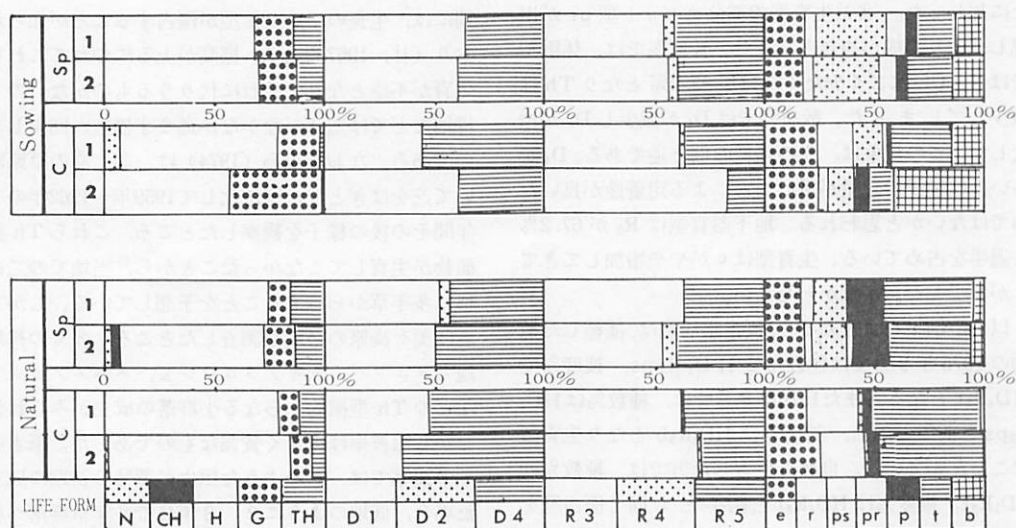


図3 播種植物(Sowing)と自然生育植物(Natural)の生活型組成

1: 1975年9月6日 2: 1976年8月16日 Sp: 種数百分率 C: 被度百分率

1) 播種し生育した植物の生活型組成

1975年6月に蒔いて、生育初期のころである9月については、種数%でみると、休眠型は半地中植物Hが63.6%と高い割合を占め、ついで地中植物Gが18.2%、一年生Thが13.6%となっている。散布型は広散布型のD₁が63.6%、重力散布型のD₄が36.4%とこの2型で占められている。地下器官型は、根茎植物R₃は54.5%、単立植物R₅は40.9%である。生育型は偽ロゼット型psが31.8%、直立型e、叢生型tが18.5%、分枝型bが13.6%であった。被度%についてみると、休眠型ではHが72.8%と大部分を占め、Thは2.5%と割合が小さくなっている。散布型はD₁がD₄よりやや高くなっており、土着性のつよい種子をもつ植物の優占がつよい。地下器官型は、根茎植物R₃が60.9%と優勢である。生育型はpsの割合が種数%より減少して、e、tの割合が大きくなっている。またロゼッ

ト型rが16.3%と高い値を示しているのは、上部の空間があいていることによるものと思われる。1976年8月についてみると、種数%の組成は前年と大差がないので省略する。被度%では、休眠型はHが減じてGの割合がふえた。散布型ではD₁が60.9%とD₄より大きな割合となった。生育型では、eはかわらないがt、rが減少し、bが増加した。bの増加は生育のよいイタドリによるものである。

2) 自然に生育した植物の生活型組成

1975年9月では、種数%は、休眠型でHが73.7%と大部を占め、ついでThが15.8%とGより多い。亜高山帯であるがThがややみられるのは興味がある。散布型はD₁52.6%、D₄42.1%と散布力の大きいD₁がやや多いが、D₄はおそらく土砂流によって周辺から由来したものと思われる(埋土種子の芽生え生育が少ないことは先の裸地区よりわかる)。D₂もわずかみら

れる。地下器官型は R_3 が 57.9% と多いが R_3 も 36.8% とかなりの割合を示す。生育型は t が 42.1% と半分近くを占め、 ps , t , h 伏型 p がそれぞれ 15.8% とつづいている。裸地において t が多いのは、定着性、土地保持力がつよいと思われる。草丈の低い r , t , ps , p の割合が多いのも特徴的である。被度% でみると、休眠型では種数% とほとんど割合はかわらぬが Th は低くなっている。散布型では種数% とことなり D_1 が 52.7% とやや多くを占めている。地下器官型は種数% とほぼ同組成である。生育型では、種数% とことなり e と r が大きくなり、 ps , p が少なくなっている。

1976年8月では、種数% については、前年9月のものと大差ないが休眠型で低木型 N と地表植物 Ch が新たに加わった。また生育型で部分ロゼット型 pr が出現し、より組成が複雑となった。被度% では、休眠型では N , Ch はごく少なく、 H が 82.2% となり Th は減少してしまった。散布型では D_1 が減少し D_4 が増大した。この現象は、先の播種の例と逆である。 D_4 が多いのは種子の重量が重いことによる定着性が良いためではないかと思われる。地下器官型は R_3 が 67.2% と過半を占めている。生育型は e がやや増加してきて r が減少した。 t はかわらない。

以上の結果をまとめると、優占生活型は、播種した植物の 1975年9月では種数% で HD_1R_3ps 、被度% で HD_1R_3t となる。また 1976年8月では、種数% は HD_1R_3ps と前年と同じ、被度% は HD_1R_3b となり生育型でことなっている。自然に生育した方では、種数% は HD_1R_3t 、被度% は HD_1R_3t と兩年とも同じ優占型を示した。

考 察

(1) 生育のタイプ

播種した植物の生育のタイプはだいたい次のとおりである。

- 1) ロゼット—抽苔型 ノアザミ、アキノキリンソウ、マツムシソウ、オオバコなど
- 2) イネ科型 ウシノケグサ、ヒゲノガリヤス、ヒメスゲなど
- 3) イタドリ型 イタドリ、ヨモギ、ヤマハハコ、ウツボグサなど
- 4) その他

1) 型は、芽生えがわるく、ロゼット期も長期にわたる。2~3年すると抽苔する。2) 型は、芽生えはわるいが、早く草丈が高くなる。出穂が早いもの(ウシノケグサ)と遅いもの(ヒメスゲ・ヒゲノガリヤス)がある。3) 型は芽生えもよく、生長が早い。草丈も高くイタドリ以外は開花は2年目と早い。

亜高山帯という生育期間の短い条件下にあって、1) 型はロゼット葉で充分地下部に養分を貯え時期がきたら花成へ転化するという生活型を示しており、一つの適応型といえるだろう。2) 型は地表部に再生装置を有しており、次々に新鞘をつくり出すことが可能である。また地下部はヒゲ根状となって、地面の定着力が大きいことなどが考えられる。3) 型は、葉をたくさんつける(葉面積が大きい)し、地下茎もよく伸長し繁殖力が大きい。

一方自然に生育した植物についてみると、上記以外のタイプとして一年生草本型(スズメノカタビラ、タニソバ)がみられる。当高原では一年生草本はフロラ的に少数であり、しかも低地のように初期遷移の優占とはならない。山地帯以下では、一般に二次遷移の初期には、生長の早い Th 型が優占することが知られており(林, 1967など)、標高が上るにつれてこれらの生育が不能となり、それに代りうるものがないので、裸地などでは遷移がなかなか進まず植生が回復しないのである。なお柴田ら(1974)は、美ヶ原の草原において芝をはぎとり、裸地化して1959年~1962年の3年間その後の様子を観察したところ、これら Th 型の植物が生育してこなかったことから、当地での二次遷移は多年草から始まることを予想している。しかし筆者は美ヶ高原の全域を調査したところ、多くの裸地状地でタニソバ、ナギナタコウジュ、スズメノカタビラなどの Th 型植物からなる小群落の成立がみられた。しかし植被率は少なく貧弱なものであった。筆者の長期の観察では、このような植生が遷移の初期に成立した場合、低地のように2、3年目で多年草群落へ移行するのではなく、このような Th 型群落が長年にわたって毎年くりかえして成立し、そのうちに土壌が安定し、また肥沃した時点で多年草が侵入繁殖してくるものと思われる。したがって当地では条件によってさまざまな初期遷移のタイプがあるものと思われる。なお東北の蔵王山の亜高山帯の裸地では、一年生植物がかなり優占的である(飯泉他, 1975a, b)。

(2) 優勢種について

結果の項でのべたごとく、被度の面から裸地における生育良好な植物は、ヒメスゲ、オオバコ、イタドリ、ヨモギ、ヤマハハコであった。これらの優勢種の特徴についてみると、ヒメスゲは周囲の裸地状地にとこところ団塊状の小株をつくって自生しており、種子の供給が可能である。また種子は重く土着性が強いとともに養分を多くもっているため発芽後の生長に有利である。さらにヒゲ根が出て土壌保持力が強いこと、葉の新生部の密生による保護、および再生力が高いことが考えられる。しかも出穂は6~7月で早く、

種子も7月には完熟しており、この年の発芽生育が非常に有利である。密生した株からの種子生産量も多い。このようにヒメスゲは裸地適応型の性質を有している。オオバコは実験地の内外からもっとも種子が供給されやすいものであり、種子重量が重く、水分にありと発芽するので降雨後などの水たまり（普段は乾燥地でも）の周辺によく群生している。直根性で早く深く土壌に根が張ることもできるし、ロゼット形なので、光合成の多くを葉の生長に回すことができ、さらに葉の再生も容易である。山本（1975）は蔵王山の各所で採取したオオバコの種子について調査したところ、種子生産量が多く、発芽率も非常に良いことを示している。イタドリは周囲に生育していないので、種子の供給が少ないため、自然の出現はほとんどみられなかったが、播種すればその生育力は旺盛である。柴田・新井（1970）は高地で採取したイタドリ種子の発芽を調べたところ短時日で100%の発芽を示したという。イタドリは山地帯から亜高山帯の荒地によく繁茂する植物としても知られている。その理由の一つに種子の形状が考えられる。すなわち種子は大型の翼をもち広散布性であるとともに、重量が重く養分をたくさん蓄えているため生育に有利である。ヨモギは周囲にやや多く生育しているのでかなり種子供給が良い。種子は非常に軽く広散布性であり、また大量に生産される。中安・林（1975）は長野県菅平地方（標高1300m）の二次遷移の優占種の一つにヨモギをあげており、ヨモギの個生態を調べた結果、ヨモギは風散布性の種子を多産すること、茎重量/葉重量比が小さいこと、同化産物の地下部分（地下茎繁殖）への投下が大きいことなどの特徴をもっていることが判明した。これらの特徴が初期遷移に有利となろう。ヤマハハコも種子が軽量多産で広散布性であり、発芽もよい。また地下茎もよく伸長する。この種については今のところデータは少ないが、高標高地の荒地にイタドリと同じようによく繁殖しているのがみられる。

(3) 生活型について

生活型については前章でのべたとおり、播種植物の優占型は HD_1R_3b 、自然生育植物では HD_1R_3t であった。山地帯から亜高山帯の裸地に侵入した植物の生活型組成については蔵王山の例が報告されている（飯泉他、1975a）。それによると、これらの植物はオオバコ、スズメノカタビラ、ヨモギ、タニソバなどで、刈田岳山頂広場では、種数%でTh 50%、H 50%とTh型がかなり多い。また散布型では $D_150\%$ 、 $D_450\%$ とこれは美ヶ原の当実験地の場合とよくにている。比較的人の立入の多い裸地ではこのような現象を呈すると思われる。播種植物の方が自然生育植物より休眠型で

Gの割合が高いので、自然に生育する植物で、G型植物種子の供給が多ければ、G型の植物がかなり優占する可能性がある。総じて当地の裸地では $HD_1 \cdot D_4R_3t \cdot b$ 型の植物が適しているものといえる。

(4) 裸地区について

全くの裸地であった裸地2、3についてみると、3年間たってもほとんど植物が生育してこない。この最大の理由は土壌の移動が他区に比して激しいためといえる。3年間とはいえ、このような裸地は自然条件下では植生回復=遷移の可能性はかなり困難といえよう。しかしこのような裸地に石ころや礫が移動してきたり、凹地などができると、そのようなかげ地に植物が芽生えて定着することがある。富士山の亜高山帯以上の砂礫地での植物の侵入発育の最大制限要因は基質の安定度であるという（沼田・大賀、1971）。このような裸地すなわち無被覆地の基質のこうむる物理的影響としては、土壌凍結および融解のくりかえしによる基質の攪乱が大きい。柴田ら（1973）は当高原の裸地に生育した実生幼根は、このような基質の攪乱により切断されたり、土壌からはく離されてしまうことを報告している。先の蔵王でも同様のことが観察されている（飯泉他、1975b）。また筆者も融雪直後の調査で同じことをみている。このほか雨水による攪乱、乾燥時の風による飛散など裸地は激しい攪乱を常にうけているのである。先にのべたごとく亜高山帯では繁殖力の旺盛な一年草がよく育たないので、裸地化は植生回復にとって致命的となるので極力防が必要であろう。

(5) 亜高山帯の先駆植物について

各地の亜高山帯の裸地や崩壊地に生育する先駆植物としていくつかの例をあげる。浅川（1975）は、美ヶ原頂上で、牧草類やヘラバヒメジョオンの帰化植物のほか在来種では、オオバコ、ヨモギ、カタバミ、エゾタンポポ、スズメノカタビラ、スカシタゴボウ、コウゾリナ、ミミナグサ、ナズナなどがみられたという。また麦草峠、乗鞍岳位ヶ原、菅平根子岳、飯綱山ではオオバコ、スズメノカタビラなどが生育していたという。乗鞍岳で柴田（1973）は、標高2090~2400mの車道沿いの裸地でアキノキリンソウ、イタドリ、カニコウモリ、イワオトギリ、モミジカラマツ、ダケカバなどをみている。同じく土田（1973b）は標高2020mの裸地状地でヤマハハコの優占を示している。同じく清水（1973）は標高1800~2200mのあたりで、イ、イタドリ、オオアワガエリ、ヤマハハコ、オオバコ、クサイ、コスカグサ、シロツメクサ、ナガハグサ、ニガナ、ミノボロスゲ、ヨモギ、スズメノカタビラなどの生育をみている。東北地方の蔵王山系の標高1300~1758mのあたりでは、オオバコ、スズメノカタビ

ラ、ヨモギ、ハコベ、ニガナ、タニソバ、イヌタデ、イ、ヤマハハコ、ヒメスゲ、メイゲツソウ、ミネヤナギが量的に多い(飯泉他, 1975 a)。同じく刈田岳山頂(1620 m)の踏みつけ裸地に侵入した植物として量的に多い種は、オオバコ、スズメノカタビラ、ヒメスゲ、メイゲツソウ、ヒメノガリヤスであった(飯泉他, 1975 b)。

以上をみると、だいたい亜高山帯の裸地(いろいろ条件のちがいはあるが)の生育植物としては、オオバコ、ヨモギ、スズメノカタビラ、ヤマハハコ、ヒメスゲなどが主なものであるといえる。これらの植物は美ヶ原高原の当実験地のものと一致している。

実験地の埋土種子集団についての調査はおこなわれなかったが、富士山スバルラインの車道沿いの裸地における埋土種子集団を調査した林(1971)によると、標高1700~2200 mの亜高山帯では極めて埋土種子集団が少ないこと、比較的シラビソ、コメツガ、ダケカバなど周辺の高木の種子が多いことなどの特徴をのべている。しかしこれらの種子は裸地から一べんに生育してくることは難しいし、現実には埋土種子数は少ないが、イタドリ、ヨモギ、スゲ類の生育が先駆となるという。また蔵王山刈田岳山頂の裸地の埋土種子は、オオバコ、ヒメスゲがほとんどであった(飯泉ら, 1975 b)。このように裸地でも埋土種子からの生育は可能であるので、これらが生育しやすい条件を整えてやれば、ある程度は播種しなくても自然に植生が回復してくる可能性があるといえる。林(1971)は裸地の植生回復を制限している要因として、1、高標高地のため自然の分布域をこの地域にもつ草本植物が少ないこと。2、腐植層が少ないこと。3、種子集団の供給が少ないことをあげ、これらを満たしてやる必要があるといっている。

(6) 緑化の技術について

上記の条件を満たすには、適した植物の種子を多量に播種し、同時に施肥をおこなえばよい。このほか基質の安定、雨風や人の攪乱などを防ぐ必要がある。筆者は後者の方で播種地にワラをしいて保護したが良好な結果が出た。同様なことは蔵王山でおこなわれている。穂積・吉岡(1975)は裸地にチモシー(オオアワガエリ)の種子を播種し、種々の処理を施したが、N, P, K肥料の施肥の効果が大きくなること、しきワラは種子の保留に良好なことを報告している。また富山県立山では、広範かつ実地的な緑化実験がおこなわれており、標高も亜高山帯から高山帯にわたっている。立山の播種実験でもしきワラが種子の流出、飛散を防ぎ、保温、保水に有効であること、また施肥の効果が大きいことが報告されている(小林, 1974)。なお筆者は

本文中で立山の例をあまり引用していないが、それは立山が主として高山帯および高山植物について実験研究されていることと、多雪、湿潤地であり美ヶ原高原のような寡雪乾燥地と条件がことなるためであった。

まとめと提言

美ヶ原高原の頂上台地の裸地の多くは、人の踏みつけなどによってできたものであり、またその裸地が自然条件によってますます広がったものである。このようにできた裸地は、長年の観察によると場所によっては仲々植生が回復せず無植生状態の荒地地となっている。したがってまず緑化のもっとも基礎となるものは、人為的な裸地化を防ぐこと、すなわち裸地および植生地に人を入れないことである。またせっかく緑化できても人が立入ったりすればすぐに破壊されてしまう。このような前提条件がないかぎり緑化、植生回復は不可能である。本実験は美ヶ原に自生する野草の種子を裸地に播種する方法で緑化をおこなった。また生育を促進するために施肥、しきワラ、うね作りなどの処理をおこなった。本実験はまだ短期間なので本来の意味での植生回復ではなく、播種植物の生育・繁殖によってまず裸地を緑化し、それにひきつづいて本来の植生(ここでは一応草原群落とする)の成立をまつことを意図したものである。それゆえ遷移でいえばごく初期の段階を論じているのである。しかし播種または自然に生育してまた植物の中には非常に生長、繁殖が旺盛なものがあり、裸地をすみやかに被覆し、他の植物の侵入繁殖を容易にすることができるので、相当の施策をおこなえば植生の回復はある程度期待できるろう。

また生育を促進させる緑化技術は現在、専門技術が発達しており、筆者の使用したような方法はもっとも素朴なものであるが、基本的なちがいはないと思われる。

本実験は美ヶ原高原の裸地の緑化の基礎的な方法を研究したものであるが、えられたデータからいくつかの提言をおこないたい。これらの施策後、長年にわたる植生回復をまつ必要がある。

1)播種植物の種子は美ヶ原周辺に自生する野草のうち、多く採集でき、それが自然破壊にならないものを使用する必要がある。また生育が良好でなくてはならない。このような条件を満たすものとして、イタドリ、ヨモギ、ヤマハハコ、ノアザミ、ヒメスゲ、オオバコ、ウシノケグサ、ウツボグサなどがよい。

2)自然に侵入生育してくる植物の繁殖を容易にする。

3)施肥をおこなう。

4)しきワラなどで被覆する。

- 5) ガレ場などは客土や耕作する。
- 6) 踏みつけ地など土壌の固いところは耕作する。
- 7) 播種時期は5月末～6月におこなう。
- 8) 傾斜地は土壌の流出や雨水の流入を防ぐ施工をおこなう。
- 9) 植生がある程度成立するまで、灌水、施肥、追播きなどの管理をおこなってゆく。
- 10) 人の立ち入りや建設工事、車の乗入れなどを禁止する。
- 11) 追跡研究をおこなう。

文 献

- 浅川富雄, 1975. 長野県における裸地再生群落の構成種とその立地別消長。長野植研誌, 8: 37—45。
- 林 一六, 1967. 菅平地方における植物遷移の研究 (1)。菅平研報, 1: 1—81。
- , 1971. 富士山スバルライン沿いの埋土種子集団。富士山総合学術調査報告書 (富士急行), 540—544。
- 穂積正一・吉岡邦二, 1975. 蔵王山エコーライン沿い盛土裸地植生復帰の予備的研究。蔵王山の環境破壊による生物群落の動態に関する研究 (吉岡邦二編), 109—115。
- 飯泉 茂他, 1975 a. 蔵王山における車道沿いおよび観光施設周辺の裸地に侵入した植物に関する生態調査。前出 (吉岡邦二編), 80—86。
- , 1975 b. 蔵王山刈田岳山頂付近の踏みつけによる裸地化とそこに侵入した植物。前出 (吉岡邦二編), 87—105。
- 小林貞作, 1974. 立山荒地地の高山植物による緑化実験。立山ルート緑化研究報告書 (立山ルート緑化研

究委員会), 55—84。

- 中安 均・林 一六, 1975. 二次遷移初期優占種の生態—ヨモギについて。菅平研報, 7: 39—54。
- 沼田 真・大賀宜彦, 1971. 富士山における遷移系列とその解析。富士山総合学術調査報告書 (富士急行), 422—455。
- 柴田 治・新井 澄, 1970. 異なった高度で生育したイタドリの種子発芽。日生態会誌, 20: 9—12。
- , 1973 a. 乗鞍岳車道沿い裸地の実生幼植物, 中部山岳地帯における生物環境の破壊とその復元に関する基礎的研究 (清水建美編), 1: 36—37。
- 他, 1973. 長野県美ヶ原高原の気象, 特に植物遷移との関係について。日生態会誌, 23: 141—146。
- , 1974. 美ヶ原高原の草原における植物の2次遷移。日生態会誌, 24: 1—9。
- 清水建美, 1973. 乗鞍岳亜高山帯域における人為環境化と植物相および植生の変化(1)。前出 (清水建美編), 1: 9—25。
- 土田勝義, 1973 a. 美ヶ原高原の荒地地回復に関する調査1。美ヶ原高原の植生と植生図。16 pp. 長野県。
- , 1973 b. 乗鞍岳車道沿いの植生(1)。前出 (清水建美編), 1: 26—35。
- 山本光男, 1975. 蔵王山開発地周辺の裸地に侵入した植物とその発芽力。前出 (吉岡邦二編), 97—105。

[注] 本稿は、「美ヶ原高原の植生と荒地地回復に関する研究」(1977年3月)の一部として長野県より発行される。

森林のとりあつかい

大 木 正 夫

M. Ohki: Forest administration

は じ め に

自然保護と森林のとりあつかいについて検討してゆく。現在の森林をどうあつかっていくのか、第一次産業が低迷し、ことに森林産物については外材の輸入などから材価が安く、経営を行う上で山から多くの材を出さなければ、経営が成立しない現状である。

これらの経営については行政的な政策が変わればそれに応じて変化してゆくものであるが、自然的な条件だけをもとに検討してゆく。この自然的な問題から災害や地域住民の生活安定を考えながら自然保護をみて

いくことにする。

自然の条件は多様な要因があり、その中でも植生をもとに考えてゆきたい。

森林の自然度

自然の度合を示すのに近年自然度という言葉が現われている。環境庁による全国其自然調査の中でも自然を10に区分している。森林の場合自然的な姿とは高木類の枝葉が高木階を閉鎖し、亜高木、低木、草本、コケ層が発達するこれが、自然的な姿である。

同化作用の面からみれば、高木階で大半以上の光を