

皆伐跡地における植生回復にともなう 地上部現存量の変化

片桐 成夫*・中尾 道広*

Changes of Above Ground Biomass with Recovering
of Vegetation in a Clear Cutting Area
Shigeo KATAGIRI and Michihiro NAKAO

The change of the standing crops of dry matter of vegetation was studied at two sites in the clear cutting areas in Sanbe Forest of Shimane University. The standing crops of total vegetation by regeneration increased with the lapse of time. The amount of trees began to increase at second year after cutting, and that at sixth year attained to 7-10 times as much as before cutting. The standing crops of herbaceous plant was maximum at first year after cutting in the lower part of slope. Those decreased with the passage of years. The rate of the standing crops of herbaceous plant to total vegetation decreased from the lower part to the upper part of slope. The rate of woody plant showed the inverse tendency. The standing crops of sprout increased with the lapse of time after cutting, and the rate of sprout to total above ground biomass in clear cutting areas also increased. The rate of sprout was larger in the upper part of slope because the reproductive power from a stool was high in the upper part of slope.

はじめに

森林生態系内における地上部現存量は上層木・下層木・林床植生などの合計量として表わされるが、その中で上層木の現存量は莫大なものであり全体の95%以上を占めている。したがって、森林が伐採された場合には地上部現存量の大部分が生態系外へ持ち出されることになるために、その影響は非常に大きいと考えられる。

伐採跡地での地上部現存量の回復は伐採前の下層植生の繁茂や切株からの萌芽更新および新たな植物の侵入などによって急速に進行する。しかし、伐採跡地が自然に放置された場合には伐採前の状態に戻るまでに数十年を要することは言うまでもない。一方、人工造林された場合には造林木の現存量がより速くより多くなるように努力され、造林木の競争相手となる他の木本・草本類は邪魔物として切り捨てられている。しかし、森林生態系の物質循環の面からみた場合にはこれらの木本・草本類が

現存量の回復に大きなウエイトを占めるものと考えられる。

そこで、伐採跡地における自然状態での地上部現存量の回復過程を明らかにするために、木本類・草本類・ササおよび萌芽更新の地上部現存量の経年変化および斜面位置との関係について検討を行った。

本研究を進めるにあたり、試験地設定のための伐採、造林木の植栽、その後の下刈、雪起し作業など三瓶演習林の三谷雅亀技官・川上誠一技官には多大の御協力をいただいた。ここに深く感謝の意を表する。

なお、本研究の一部は昭和53・54年度文部省科学研究費補助金(課題番号356109)によって行った。

調査地および調査方法

調査地は島根大学農学部附属三瓶演習林内の5林班に設けられた第I皆伐試験地および4林班に設けられた第II皆伐試験地である。

第I皆伐試験地は北東向き斜面で幅20m、長さ80m

* 育林学研究室

で、1979年3月に伐採された。伐採前はクリ・コナラの優占する落葉広葉樹林であり、1975年から1978年にかけて物質諸量について測定されている。¹⁾²⁾³⁾⁴⁾

第Ⅱ皆伐試験地は南東向き斜面で幅 20m、長さ 95mで、1983年11月に伐採された。伐採前はコナラの優占する落葉広葉樹林であり、1981年、1982年に物質諸量について測定されている。⁵⁾⁶⁾

両試験地ともに幅 20m の半分は斜面下部から上部まで ha 当り3000本の割合でスギが植栽され、本学のスギ造林地と同じ取扱いを行っている。

調査方法は下種更新の現存量と萌芽更新の現存量の二通りに分けられる。

下種更新による現存量は斜面下部から上部までのプロット内（第Ⅰ試験地は P-1~P-4、第Ⅱ試験地は P-0~P-8）に 2m×2m の方形区を 2個ずつ設け、方形区内の植生を切株からの萌芽枝を除いて刈取り、木本・草本・ササについて同化部分と非同化部分に分けて重量を測定した。この中には伐採前からの植生も含まれるが、萌芽枝以外をすべて下種更新として扱うことにする。

萌芽更新については各切株から出ている萌芽枝の全てについて基部直径 (D_0) と萌芽枝高 (H) を1980年から毎年測定した。また、第Ⅰ皆伐試験地において1980年に10株、1983年に6株の萌芽枝を刈取り、 $D_0 \cdot H \cdot$ 同化部重量 (w_L)・非同化部重量 (w_C) を測定した。この16株の $\Sigma D_0^2 H$ と w_L , w_C との関係式を用いて、毎年の萌芽更新による現存量を推定した。

結果および考察

1. 伐採前の地上部現存量

三瓶演習林内の落葉広葉樹林の上層木の地上部現存量についてはすでに報告したが、⁴⁾⁶⁾ 第Ⅰ、第Ⅱ両皆伐試験地

の伐採前の地上部現存量を上層木・下層木・草本・ササ等を含めて比較したものが表-1である。両試験地ともに上層木の現存量が地上部現存量全体の96~99%と大半を占めており、斜面位置の違いによる割合の差はほとんどみられなかった。しかし、両試験地ともに上層木の現存量は斜面上部で多く、天然生アカマツの混交が現存量に影響している。さらに斜面上部ではコナラの優占度が高いことも現存量の多いことに関係している。

これに対して、下層植生の現存量は木本・草本・ササを合せても 1.01~1.74 ton/ha と少なく、伐採前の落葉広葉樹林での現存量を考える場合にはほとんど無視しうる量であった。しかし、林分が伐採された後の地上部現存量に与える影響を考える場合にこれらの量は比較の対象として重要な意味をもつと考えられる。そこで、下層植生を木本・草本・ササに分けて詳しく検討する。

下層植生の現存量について両試験地に共通する点は草本類の現存量が少なく、しかも斜面上部ほど少なくなることである。しかし、木本とササの現存量については両試験地で傾向が異なっている。すなわち、木本の現存量は第Ⅰ試験地では斜面下部で最も多く、中部・上部でやや少ないのに対して、第Ⅱ試験地では斜面下部・中部で少なく、斜面上部で最も多くなっている。一方、ササの現存量は第Ⅰ試験地では全体に少なく、比較的多い斜面下部でも 0.53 ton/ha と少なくなっている。第Ⅱ試験地では斜面下部で 1.2ton/ha と最も多く、中部・上部で 0.72~0.77 ton/ha と少なくなっている。これは第Ⅰ試験地が伐採される以前の1974年頃に三瓶演習林ではササが一斉に開花・枯死し、1982年頃からササが回復しはじめていたために第Ⅱ試験地ではササの現存量が多かったと考えられる。

この木本・ササの現存量の傾向の違いは木本・ササが相互に影響しており、ササの現存量が少ない第Ⅰ試験地

表-1 伐採前の皆伐試験地の地上部現存量

		第Ⅰ試験地			第Ⅱ試験地		
		下部	中部	上部	下部	中部	上部
上層木	幹	3369.0	5457.5	9957.0	11497.7	7326.3	14943.0
	枝	374.0	660.5	1239.0	1709.0	1346.0	2083.0
	葉	85.0	152.0	287.0	290.7	187.7	341.3
	計	3828.0	6270.0	11483.0	13497.4	8860.0	17367.3
下層	木本 同化	8.0	7.0	8.0	3.4	6.8	6.7
	非同化	136.0	81.0	72.0	17.2	21.8	94.7
	草本	14.0	9.0	—	6.5	2.3	0.7
	ササ	1.0	4.5	53.0	119.5	76.8	71.9
	計	169.0	101.0	133.0	146.6	107.7	174.0
合 計	3987.0	6371.5	11616.0	13644.0	8967.7	17541.3	

(g/m²)

表-2 伐採跡地の植生の地上部現存量

第I試験地 (伐採後1年目)					第II試験地 (伐採後1年目)				
斜面位置	下部	中部	上部	平均	斜面位置	下部	中部	上部	平均
同化部	38.8	21.2	47.0	35.67	同化部	11.3	11.8	11.2	11.43
木本 非同化部	55.7	64.7	92.6	71.00	木本 非同化部	12.0	15.8	23.7	17.17
計	94.5	85.9	139.6	106.67	計	23.3	27.6	34.9	28.60
同化部	1.4	10.4	50.8	20.87	同化部	53.5	37.8	31.4	40.90
ササ 非同化部	2.9	21.1	57.0	27.00	ササ 非同化部	52.0	57.0	58.7	55.90
計	4.3	31.5	107.8	47.87	計	105.5	94.8	90.1	96.80
草 本	253.9	31.9	7.9	97.90	草 本	40.6	10.9	3.0	18.17
合 計	352.7	149.3	255.3	252.43	合 計	169.4	133.3	128.0	143.57

第I試験地 (伐採後2年目)					第I試験地 (伐採後6年目)				
斜面位置	下部	中部	上部	平均	斜面位置	下部	中部	上部	平均
同化部	102.8	30.6	66.4	66.60	同化部	139.8	75.6	100.1	105.17
木本 非同化部	125.7	19.5	201.4	115.53	木本 非同化部	832.9	344.1	501.0	559.33
計	228.5	50.1	267.8	182.13	計	972.7	419.7	601.1	664.50
同化部	0.2	26.7	45.7	24.20	同化部	9.3	50.2	70.5	43.33
ササ 非同化部	0.1	21.8	60.8	27.57	ササ 非同化部	16.6	144.7	133.5	98.27
計	0.3	48.5	106.5	51.77	計	25.9	194.9	204.0	141.60
草 本	187.9	45.2	3.9	79.00	草 本	90.1	37.9	4.5	44.17
合 計	416.7	143.8	378.2	312.90	合 計	1088.7	652.5	809.6	850.27

(g/m²)

では木本類が繁茂し、ササの現存量が多い第II試験地では木本類の現存量が少なくなっている。したがって、下層植生の現存量合計は斜面下部・中部・上部でそれぞれ1.69 (第I)・1.47 (第II), 1.01(第I)・1.08(第II), 1.33 (第I)・1.74 (第II)ton/ha となり、斜面中部で少なく、下部・上部で多いという共通した傾向を示した。

2. 伐採後の地上部現存量

森林の伐採跡地の植生は種子による更新、伐採時に残された植生の生長、伐採された上層木の切株からの萌芽による更新によって回復すると考えられる。そこで、ここでは萌芽更新によるものとそれ以外のもの(下種更新として扱う)との2つに大別して、経過年数による変化や斜面位置による違いについて検討する。

a) 下種更新による植生の地上部現存量

伐採跡地の植生の現存量を萌芽更新によるものを除いて木本・草本・ササに分けて表-2に示した。伐採後1年目の地上部現存量は第I試験地で1.5~3.5 ton/ha, 第II試験地で1.3~1.7 ton/haであった。伐採後2年目・6年目の地上部現存量はそれぞれ1.4~4.2, 6.5~10.9 ton/haであった。これを伐採前の下層植生の現存量とともに経年変化を示したものが図-1である。第II

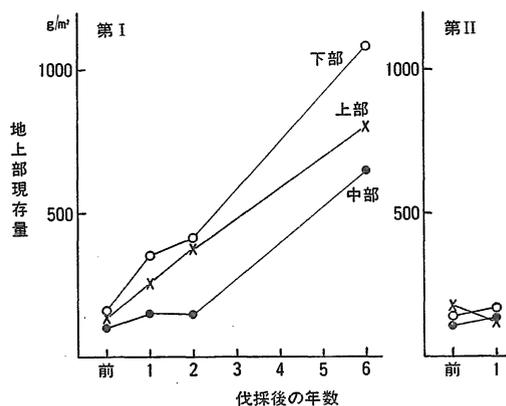


図-1 地上部現存量の経年変化

試験地では伐採前後で現存量に大きな変化はみられなかったが、第I試験地では斜面の下部・中部・上部ともに年数の経過とともにほぼ直線的に増加する傾向を示し、伐採後6年目には伐採前の現存量の6.1~6.8倍に増加している。しかも、斜面位置による現存量の大小の順位に変化はなく、下部・上部・中部の順であった。

この地上部現存量を木本・草本・ササに分けて示した

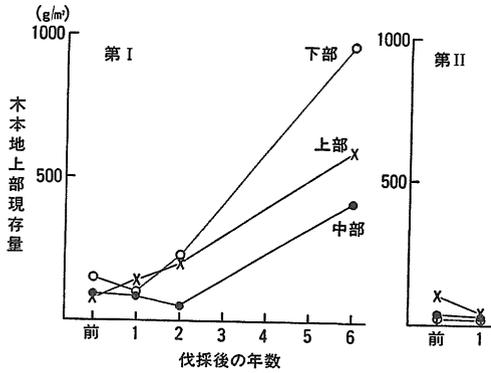


図-2 木本の地上部現存量の経年変化

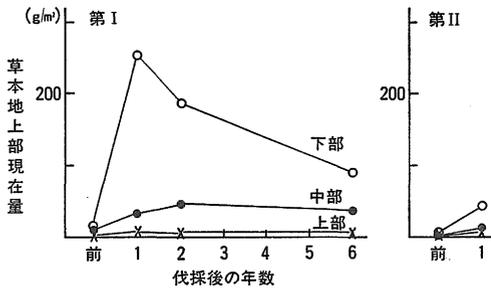


図-3 草本の地上部現存量の経年変化

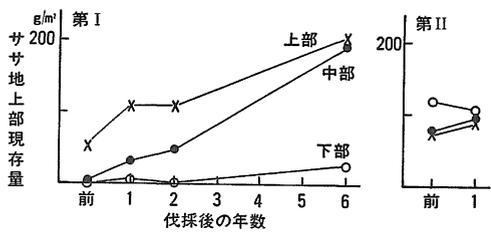


図-4 ササの地上部現存量の経年変化

ものが図-2, 図-3, 図-4である。木本の現存量は伐採前および伐採後1年目は斜面のどの位置でも大きな変化はみられず, 第II試験地の斜面上部のようにむしろ減少している場合もある。これは伐採時に下層の木本類も伐採されるのと, 伐採後1年目では下種更新した木本はまだ小さく現存量としては極めて少ないためである。しかし, 伐採後2年目・6年目になると下種更新した木本の生長にともなって現存量が増加し, 伐採前の7.4~10.1倍となるとともに斜面位置による差が大きくなっている。

草本の現存量は伐採前にはほとんどなかったが, 第I試験地では伐採後1年目に斜面下部で2.54 ton/haと急激に増加し, 草本のみで伐採前の下層植生の現存量よりも多くなった。しかし, 伐採後2年目からは時間の経過とともに減少する傾向を示した。また, 斜面中部・上部では伐採後1年目にやや増加するが, ほとんど変化がみられなかった。一方, 第II試験地では伐採後1年目に斜面下部で0.4 ton/haと伐採前に比べると増加したが,

第I試験地ほど急激な変化を示さなかった。これは第I試験地では伐採前にササがほとんど存在せず, 草本の侵入に障害がなかったのに対して第II試験地ではササが林床に繁茂していたために草本の侵入が阻げられたと考えられる。

ササの現存量の変化をみると第I試験地では1974年の一斉開花の影響をうけて, 伐採前には斜面上部でわずかにみられたほかはほとんど存在せず, 伐採後1~2年目になっても現存量の増加はみられなかった。また, 第II試験地でも伐採前後に現存量の変化はほとんどみられなかった。しかし, 伐採後6年目になると斜面中・上部で2.0 ton/ha前後にまで現存量が増加した。石井らによると皆伐後に更新するササは本数としては多いが各個体が小型であるために現存量の増加は年数の経過とともに起ると報告されている。ここでは, この傾向と1974年の一斉開花後のササの回復が1982年頃から始まったことが重なったために伐採後6年目になって増加したと考えられる。

次に伐採前・後の現存量を斜面位置の違いによって比較するために木本・草本・ササおよび地上部合計について示したのが図-5である。木本の現存量は第I・第II試験地ともに伐採前・伐採後1年目は斜面位置による違いはほとんどみられなかった。しかし, 伐採後2年目になると斜面上部・下部で現存量が増加し, 斜面中部との差が大きくなった。伐採後6年目には木本の現存量は斜面中部でも増加し, 下部で約10 ton/ha, 上部で6 ton/ha, 中部で4 ton/haとなった。

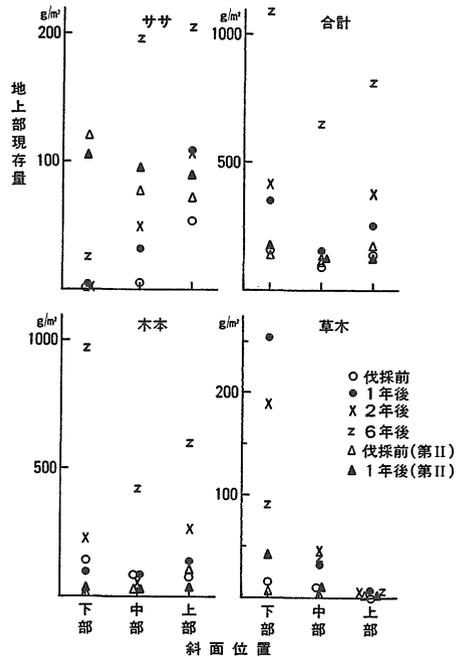


図-5 地上部現存量の斜面位置による相違

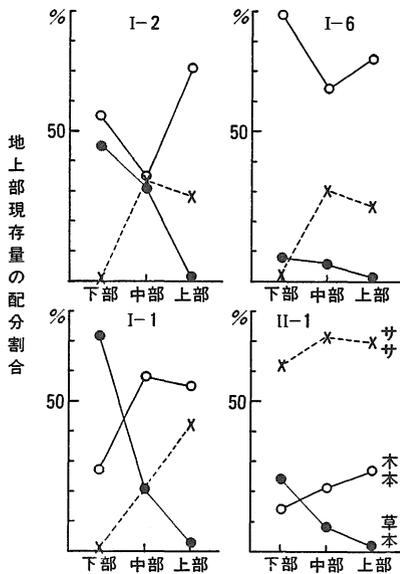


図-6 地上部現存量に占める木本・草本・ササの割合
 I-1 伐採後1年目(第I試験地) I-2 伐採後2年目(第I試験地)
 II-1 伐採後1年目(第II試験地) I-6 伐採後6年目(第I試験地)

草本の現存量は斜面下部で最も多く、斜面を上るにつれて少なくなり、斜面上部では伐採前後を通してほとんど存在しなかった。第I試験地の斜面下部では伐採後2年目に最大となり、斜面位置による違いが最も大きかった。

ササの現存量は第I・第II試験地でその傾向が異なるが、伐採前の斜面位置による違いの傾向は伐採後も変化することなく、現存量が年数の経過とともに増加している。

下種更新による植生の現存量は斜面下部・上部で多く、斜面中部で少ない傾向を示した。この傾向は伐採後2年目・6年目は木本の傾向と同様であるが、伐採後1年目は斜面下部で草本が多いために木本の傾向とはやや異なっている。また、第II試験地ではササの現存量が全体の60~80%を占めるためにササの現存量の傾向とほぼ一致している。

このように、伐採後の年数の経過にともなって木本の現存量が多くなり、植生の現存量を支配するが、伐採後1~2年の間は草本・ササの現存量がかなり大きなウェイトを占めている。そこで、木本・草本の現存量が全体に占める割合の変化について図-6に示した。伐採後1年目では草本の割合が斜面下部で70%を越え、斜面上部ほど小さくなるのに対して、木本の割合は斜面下部では27%と小さく、中・上部で50~60%となっている。第II試験地でも、ササの割合が大きいために草本・木本の値は小さいが、第I試験地と同様に斜面下部では草本の割合が大きく、斜面上部では木本の割合が大きい傾向を示している。伐採後2年目でも草本の割合は斜面下部で

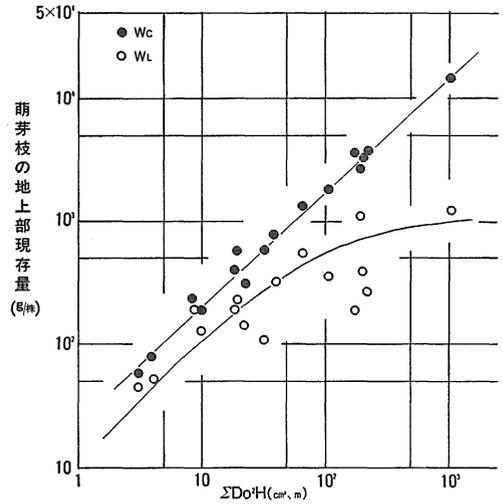


図-7 萌芽枝の地上部現存量と $\Sigma D_0^2 H$ との関係

大きく上部で小さくなっている。しかし、木本の割合は斜面下部で1年目に比べて大きくなり、いずれのプロットでも草本の割合より大きくなった。伐採後6年目になると木本の割合が60~90%と大きくなり、草本の割合は10%以下となる。

以上のように、伐採跡地における地上部現存量は伐採後1~2年間は斜面下部では草本が大きなウェイトを占め、伐採跡地での物質循環にとって重要である。

b) 萌芽更新の地上部現存量

前節で萌芽以外の植生の現存量について述べたが、落葉広葉樹林の伐採跡地では萌芽による更新がかなり優勢であり、伐採後2年目から特に目立ってきた。そこで、第I試験地の伐採後2年目から5年目までと、第II試験地の伐採後1年目に切株からの萌芽の毎木調査を行った。また、第I試験地において伐採後2年目と5年目に萌芽枝の刈取調査を行った。

各切株から萌芽した萌芽枝の $\Sigma D_0^2 H$ と同化部重量 (w_L)・非同化部重量 (w_C) との関係を図-7に示した。 $\Sigma D_0^2 H$ と非同化部重量の間には相対生長関係が成り立ち、

$$\log w_C = 0.9282 \log (\Sigma D_0^2 H) + 1.3768$$

で表された。 $\Sigma D_0^2 H$ と同化部重量との間に拡張相対生長関係が得られ、

$$\frac{1}{w_L} = \frac{0.09074}{\Sigma D_0^2 H} + 0.0009259$$

で表された。 $\Sigma D_0^2 H \sim w_L$ の関係は年齢の異なるものを含んでいるためにバラツキが大きく、推定式としては不適當であり、今後の検討を要するが、萌芽の現存量を求めるためにあえてこの式を用いることにした。

上述の2式により推定した萌芽枝の現存量を表-3に示した。萌芽枝の現存量は伐採後1年目から斜面上部で多く、中・下部で少ない傾向を示した。この傾向は伐採

表-3 伐採後1~5年目の萌芽更新量

		斜面下部	斜面中部	斜面上部	平均
伐採後1年目 (第II試験地)	同化部	4.0	2.8	9.1	5.30
	非同化部	8.4	5.9	19.2	11.17
	計	12.4	8.7	28.3	16.47
伐採後2年目 (第I試験地)	同化部	15.2	14.0	33.9	21.03
	非同化部	37.0	48.2	79.5	54.90
	計	52.2	62.2	113.4	75.93
伐採後3年目 (第I試験地)	同化部	26.8	17.7	53.5	32.67
	非同化部	73.0	97.0	152.4	107.47
	計	99.8	114.7	205.9	140.13
伐採後4年目 (第I試験地)	同化部	31.7	19.6	65.6	38.97
	非同化部	91.3	140.4	218.3	150.00
	計	123.0	160.0	283.9	188.97
伐採後5年目 (第I試験地)	同化部	36.9	21.7	78.7	45.77
	非同化部	116.8	202.1	306.4	208.43
	計	153.7	223.8	385.1	254.20

(g/m²)

後5年目になっても変わらず、斜面上部と中・下部との差はより大きくなっている。この現存量を同化部と非同化部に分けると、非同化部は合計と同様の傾向を示すが、同化部重量は年数の経過とともに増加の割合が低下する傾向がみられた。

この萌芽枝の現存量を前節の下種更新による植生の現存量と比較したものが図-8である。これによると、斜面下部では伐採後1・2・5年目ともに下種更新によるものより少なく、萌芽の割合も小さくなっている。斜面中部では伐採後1年目には萌芽の現存量は少ないが、2年目・6年目と増加し、萌芽の割合も増加している。斜面上部では伐採後1年目から木本とほぼ等しい現存量を示し、萌芽の割合も年数の経過とともに18, 23, 32%と増加の傾向を示した。

以上のように、萌芽による更新は斜面上部ほどより早くから盛んであり、斜面下部で草本や木本の下種更新が盛んであるのと対照的である。これは斜面位置による種組成の違いが伐採後の萌芽更新のしやすさの違いに反映されたものと考えられる。

まとめ

三瓶演習林内の落葉広葉樹林の伐採跡地において植生の回復にともなう地上部現存量の変化と木本・草本・ササ・萌芽について検討した。

1. 伐採跡地の植生の現存量は伐採後の年数の経過とともに増加し、伐採後6年目には伐採前の下層植生の約6倍となった。
2. 木本の現存量は伐採後2年目から増加しはじめ、6年目には伐採前の7~10倍となった。
3. 草本の現存量は斜面下部で伐採後1年目に2.54 ton/haと最大になり、その後は年数の経過とともに減少した。

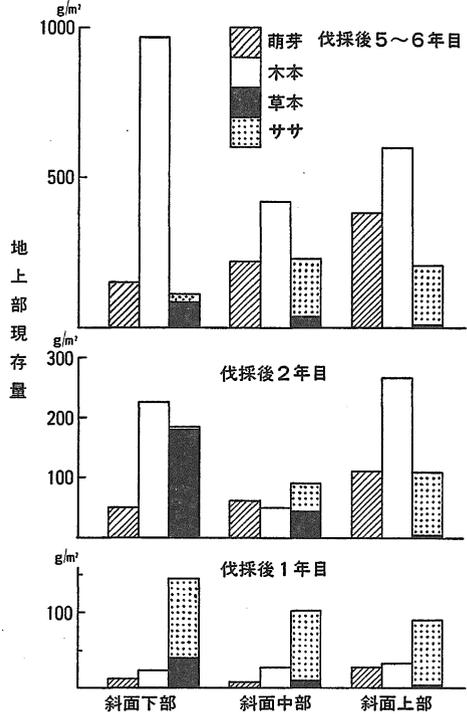


図-8 萌芽枝の現存量と下種更新の現存量との比較

4. ササの現存量は伐採前後で大きな変化を示さず、伐採後6年目になって増加しはじめた。
5. 伐採跡地の地上部現存量に占める草本の割合は斜面下部で大きく上部ほど小さかった。木本の割合は草本の割合とは逆の傾向を示した。この傾向は伐採後の年数の経過につれて木本の割合が大きくなるために明らかではなくなった。
6. 萌芽更新の現存量は年数の経過につれて増加し、地上部現存量に占める割合も増大する傾向を示した。また、萌芽更新は斜面上部ほど優勢であり、斜面下部では草本や木本の下種更新が盛んであった。

引用文献

1. 片桐成夫・石井 弘・三宅 登・西垣真太郎：島根農研報 10：105-111, 1976.
2. 片桐成夫：島根大農研報 11：60-72, 1977.
3. 片桐成夫・石井 弘・三宅 登：島根大農研報 12：85-91, 1978.
4. 片桐成夫・藤江 勲・石井 弘：山陰地域研究 1：39-49, 1985.
5. 片桐成夫・石井 弘・三宅 登・喜多村雅夫：島根大農研報 17：53-59, 1983.
6. 片桐成夫・石井 弘・三宅 登・安東義朗：島根大農研報 18：53-60, 1984.
7. 三宅 登・石井 弘・片桐成夫：島根大農研報 14：44-49, 1980.
8. 石井 弘・遠山富太郎：島根大農研報 1：54-59, 1967.