

【林地肥培の問題点】— その2

林地肥培の新しい技術

林業試験場九州支場長

塘 隆 男

1. ま え が き

林業の発展過程をみると、その発生時代は伐採→利用だけに終始した原始的、掠奪的林業であったのが、近代では原生林の伐採→造林→伐採→再造林という育成的林業に移行している。

しかも農業と異なり、林業では施肥が行なわれなかったのであるから、これを土壤肥料学的にみれば、土壤養分を一方向的に消費してゆく過程にあるわけで、このため地力の維持増進、さらに土壤保全に至るまで留意して、適切な処置をとらなければ、林地生産力は低下の一途をたどるばかりで、我々は森林生産の基盤である林地土壤を、酷使しているものと言えるであろう。

したがって、もっと森林土壤と林木の栄養問題について研究し、肥培による森林生産力増強の技術開発を行なわなければならない。

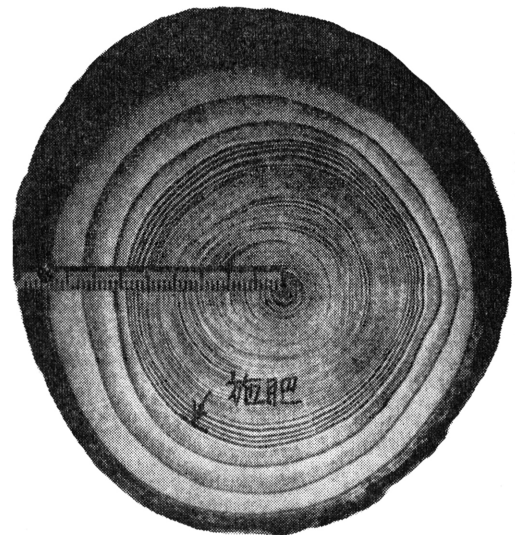
このような観点から、わが国では林地肥培が昭和25,6年から始められたのは周知のとおりであるが、わが国では植林時に施肥することが、林地肥培と広く解釈されてきた。

すなわち未閉鎖の幼令林肥培から始まったわけで、後述の成木林肥培は約12,3年おくれて昭和37,38年からやっと試験が開始され、事業的には昭和40年頃からようやく行なわれだし、昨今その成績が現われ始めたところである。

以下、本誌編集当局から出された課題「林地肥培の新しい技術」のひとつとして、成木林肥培と航空施肥をとりあげ解説してみたい。

2. 成木林肥培の意義、目標

ここでは成木林を植栽木が閉鎖して、森林生態学的法則をうけるような状態になってから以後の林分、すなわち、たとえ間伐木の細い丸太でも、利用できるようになった林分を指すことにする。



成木林施肥効果を示す或る断面

壮令林肥培とも言われるが、ほぼ、これと同様の意味に解釈していただきたい。

幼令林が閉鎖して、いわゆる成木林になると、落葉還元による養分循環が盛んに行なわれるようになる。したがって、成木林への施肥は、施した肥料の直接的効果とともに、落葉を通じての森林の養分循環を、量的にも質的にも改善してゆく間接的効果も期待するものである。

すなわち、成木林肥培は、森林生態系の養分循環系のなかに、養分のプラス α が行なわれたものとも考えることができるであろう。

成木林になると、地表には落葉腐植層が次第に形成されるが、この落葉層の存在は、傾斜した林地では地表侵蝕による土壤流亡の防止に役立つが、ある程度以上に厚く堆積することは、落葉の分解が悪く、真の養分循環が行なわれていないことを示すものである。

したがって、落葉層の厚く堆積した成木林では

施肥により落葉層を分解させて、養分循環を良好にするという一間接的効果にも大きな意味がある。

今次の太平洋戦争の結果、わが国は多くの森林を失なった。しかも木材の使用量は、高度経済成長のもとで増大の一途をたどり、木材需給の不均衡は今後も依然として続き、10年後には、わが国の森林はまだ伐期に達しない、若令の林分ばかりになるであろうと推測されている。

この極端に不法正な森林を、少しでも法正林型に近づける努力をすることが重要であるが、その手段としては、林地肥培こそ現在ただちに行な

3. 成木林肥培の理論

最近、一部の森林生態学者や造林学者の間では、森林は閉鎖状態になると、その葉量はほぼ一定となり、したがって炭素同化量もほぼ一定になる筈であると考えて、閉鎖状態の成木林での施肥効果は、理論的に疑問があるとの説が出されている。

しかし現実の成木林施肥試験成績(表一参照)を通覧すると、明らかな効果を認めたものが多く見受けられる。

これは閉鎖林分といっても、これ以上、葉量は増加しないという、いわゆる最多密度林分は、現実にはそれほど多くは存在しないので、成木林に施肥すれば、まず葉量が増加して肥効が現われるものと考えてよいであろう。

表一 わが国の成木林肥培成績 (塘 調製)

樹種および施肥時林令	施肥量	施肥効果	研究者
スギ 59年生	化成肥料(17-9-8)をNで150kg/Ha 3年連続施用	5年間で施肥による材積増は49m ³ /ha	塘・磯
スギ 32年生	化成肥料(15-8-8)をNで1年目100kg 2年目80kg 3年目60kg/ha 施用	同上 32m ³ /ha	横尾
ヒノキ 43年生	化成肥料(15-9-9)をNで100kg/ha 2年連続施用	同上 39m ³ /ha	桑原
アカマツ 30年生	複合肥料(6-4-3)をNで100kg/ha 3年連続施用	同上 24m ³ /ha	塘・太田
アカマツ 27年生	化成肥料(10-6-6)をNで100kg/ha 3年連続施用	同上 27m ³ /ha	西本

いうものであろう。

育種は林業生産の材料の質をよくするという根本的問題であるが、育種の効果は将来あらわれるもので、現在、不法正な令級配置をしている既存林分の生産力増強に対しては、林地肥培とくに成木林肥培が重要となるであろう。

戦中戦後、増伐の続いたわが国では、高令の林分は残り少なく、この貴重な林分を肥培増強して、伐採面積を減少させることが重要である。

このように、林地肥培を森林資源的な長期計画のビジョンからみると、幼令林肥培よりは成木林肥培の方が重要であろう。

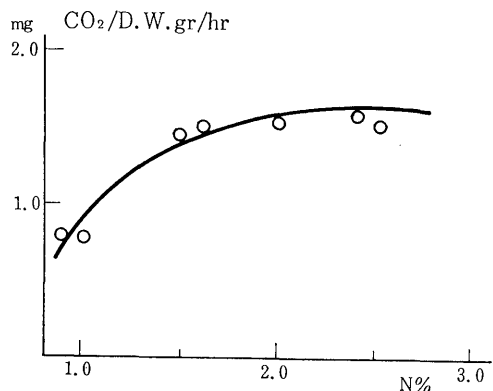
表一 2 トウヒ・アカマツ針葉中のN含量と葉緑素含量および炭素同化量との関係

(ケラー博士の資料により芝本調整)

樹種	葉のN (%)	葉緑素含量 (対乾重%)	炭素同化量 mg CO ₂ /g乾葉h ⁻¹		
			5000 Lux	25,000 Lux	50,000 Lux
トウヒ	1.39	0.229	4.56	8.38	8.85
	1.81-2.06	0.468	5.23	10.40	11.59
アカマツ	1.33-1.51	0.280	4.63	10.40	11.55
	1.66-1.77	0.420	5.52	13.05	15.61

また、たとえ密度の高い成木林で葉量の増加する余地はなくても、施肥により葉部の生理的活性が高まり、その結果として材積成長量が増加し、肥効となって現われるものと考えてよいであろう。

図一 スギ苗の葉のN%と炭素同化量 (坂上)



つぎに、以上の考え方の論拠となる2,3の実験成績を引用して考察を加えてみよう。

(1) チッソ素Nの濃度の異なる水耕液で培養したトウヒ、アカマツの葉のチッソ濃度(N%)は、水耕液のN濃度が高まるにしたがい当然高ま

るが、その結果、炭素同化量も高まることが、表一2に示すスイスの林業試験場ケラー博士の研究成績によって明らかである。またスギ苗については、林業試験場の坂上の図一1に示す同様の実験成績がある。

表一3 成木に施肥した場合の葉のNの変化(糖 調製)

樹種	林令	無施肥木→	施肥木	研究者	
スギ	36年生	1.31% →	1.55%	国立林試	
	54	1.09	1.16		
	59	1.65	1.90		
	"	1.02	1.50		
	16	1.63	2.13		新潟県林試
	20	1.63	2.05		
	30	1.67	1.92		
	19	1.13	1.44		
	25	1.40	1.57		
	31	1.82	2.01		群馬県林試
11	1.16	1.38			
22	1.31	1.48	鹿児島県林試		
34	0.92	1.59			
10	0.87	1.09			
22	1.18	1.49			
32	1.28	1.56			

以上の実験結果から、閉鎖した成木林でも、施肥により葉の養分濃度を高めれば、理論的に肥効を期待することができるものと考えられる。

つぎに、実際にわが国の伐木林に施肥した場合に、葉の養分濃度がどのくらい高まるかを、成長に最も深い関係をもつNを例にとり示すと、表一3のとおりである。

図1によると、葉のN%が1.7%ぐらいまでは、N%の増加にしたがい炭素同化量も増すが、表一3で無施肥木の葉のN%は1.7%以下の場合が多く、これに施肥した場合に起る葉のN%の増加は、炭素同化量を肥効が現われるに足るだけ、有意義に増加しているものと考えてよいであろう。

(2) 施肥と葉の樹幹生産能率

つぎに、施肥により葉の樹幹生産能率(一定期間の材積増加量を針葉量で割った値一塘・仮称)は、表一4に示すように明らかに高い値をとることが認められる。これは(1)でのべた葉のN%が増せば同化量も増すということが、現実には幹材積の増加となって現われたものと理解される。

以上が閉鎖した成木林へ施肥しても、肥効が期待できるという理論的根拠である。

また表一3は無施肥の状態、すなわち土壤中の

表一4 葉の幹材積生産能率の2,3の例 (m³/kg)

林令	樹種	施肥木	無施肥木	研究者
60年	スギ	0.0017	0.0011	塘・磯
32年	スギ	0.0018	0.0016	横 尾
43年	ヒノキ	0.0014	0.0004	桑 原
27年	アカマツ	0.0049	0.0040	西 本

Nの天然供給量だけでは、林木が炭素同化量を僅かしか増加させ得ないほど、すなわち肥効が期待できないほど、葉のN%は高くなっていないことを示している。

換言すれば、成木林への肥培効果が現われないほど、わが国の森林土壌は一般に肥沃でないことを示すものである。ここに森林土壌の面からみた、成木林肥培導入の理論的余地がある。

4. 成木林施肥の方法

→ とくに航空施肥について

幼令林が閉鎖して成木林になると、森林としての生態的集団を次第に形成してゆき、諸被害に対する抵抗性も大きくなる。また森林の養分吸収量も多くなり、かつ根系は地表近くに伸長、蔓延するようになるから、施肥の方法もこれに対応してゆかねばならない。

すなわち、その施肥量も表一5に示すように、幼令林の場合よりも多量に、また地表面散布でよい。

欧州の文献によると、NやPの単用の例もあるが、わが国では一般にNの肥効が高いので、Nの含有量の高い化成肥料が用いられる。なおNの単用でもかなりの肥効が認められる場合も多いが、長い目で森林の健全性の観点からみると、Nの単用は避けた方がよいであろう。

表一5 成木林肥培の施肥量* (塘 試案)

成木林の成育段階	窒素(N)施用量
除伐を行なう時期	60 - 80 kg/ha
第1回間伐を行なう時期	80 - 100
第2回間伐を行なう時期	100 - 150
伐採前	120 - 200

* 便宜上 窒素の施用量で示す 以上の量2,3年連続施用する。

航空施肥について

林地肥培は、個人的な集約林業技術のなかから

発生したものであるにしても、今日要請されるものは、大規模林業経営ないし広域林業経営レベルの省力性に富んだ施肥技術である。

とくに過疎現象の大きな山村地帯では、林業作業員の雇用がきわめて困難となったので、航空施肥の重要性は一段と大きくクローズアップされるであろう。

林業における航空施肥は1954年頃から、アメリカ、ドイツ、スエーデン、ノールウェイ、ニュージーランドなどで行なわれ始めた。わが国では約10年おくれて、熊本、名古屋、秋田の各営林局の国有林で、また、民有林では岐阜、広島県などで実施された。

これら内外の実施例から、航空施肥は面積の広大な地域、遠隔地にある森林、急峻な山岳地、過湿地帯など、要するに、地上からでは肥料も運びにくく、また人力では行きにくい森林の場合で、しかも大面積に施肥を行なおうとして、労力確保に困難をきたす場合に、航空施肥は偉大な効果を発揮するものと指摘されている。

使用される航空機は、諸外国では肥料の積載量が400—1,000 Kgの単発軽飛行機であるが、わが国では地形の複雑さから、発着陸に場所を要しない、かつ小回転飛行のきく積載量200Kgの小型ヘリコプターが多く用いられている。

最近、積載量1,000Kgの大型ヘリコプターによる航空施肥も試験的に行なわれ、47 haを飛行時間、肥料積込み時間も含めて3時間で終了している。

5. 航空施肥に用いられる肥料について

航空施肥に用いられる肥料は、諸外国の例で見ると、各種の化成肥料のほか、尿素、過磷酸、塩化加里など単肥が用いられている場合もある。

肥料の性状については、偏散布を防ぐため粉状のものより粒状（丸薬状、ペレット状）のものがよい。

肥料の粒径や硬度は、航空機に附属している肥料を入れるホッパータンクの吐出部シャッターおよびインペラーの構造、とくにその直径と回転数などによって規制されるであろう。

これらの点については、肥料とインペラーなどの散布装置の両側面からの研究開発が必要であろう。

次に重要なことは、わが国のように温暖多湿のところでは、肥料の吸湿性の低いことである。吸湿性が高いと、タンクに肥料を収納作業中でも肥料がベトつき、インペラーからの吐出に支障をきたすからである。

またNの高成分の肥料ほど飛行回数が減り、経済的に有利であるが、Nを高濃度にするためには、一般に尿素が使われるため、吸湿性が高まるという欠点を招きやすい。

この欠点をカバーするため、最近パラフィン、油脂類、合成樹脂などを用いて肥料の表面を被覆して、肥料の吸湿性防止、肥効の緩効化をはかった、いわゆるコーティング肥料が研究されていると聞くが、このようなものが開発されれば、森林航空施肥用としても適当な肥料というべく、ユーザー側の1人として期待するものである。なお、これに準ずるもののひとつとして、CDU化成なども用いられた実績がある。

つぎに、諸外国では成木林肥培から出発しているのに対して、わが国の林地肥培は植林地の肥培から始まっていることである。

この相異は、わが国は温暖多雨の気候のもとに雑草の繁茂が著しく、したがって、植栽木の初期成長を促進して雑草との競合に打ち勝ち、成林を早めるために、幼令林肥培から行なわれ始めたものと考えられる。

いっぽう、幼令林に肥料の航空散布を行なう場合は、施肥法からみると、林地に全面散布することになるので、必然的に雑草にも施肥する不合理を生ずる。

そこで肥料効果と除草効果を兼備した除草剤入り肥料の開発も、幼令林に対する航空施肥の場合には今後の重要課題となるであろう。

なお除草剤の或るものは、土壌中で硝酸化成抑制の効果を示すものがあり、Nの緩効化に役立つものと考えられ、この種のものが開発されればまさに一石二鳥である。

以上とりとめのないことを書いたが、林地肥培の新しい方向としての成木林肥培と、航空施肥とこれに伴って要求されるであろう肥料の性能について私見をのべた。少しでも参考になる点があれば幸いである。