

IBDU成形品の林地施肥に関する研究(I)

IBDU成形品の性質とヒノキの植栽時における肥効

誌名	日本林學會誌 = Journal of the Japanese Forestry Society
ISSN	0021485X
著者名	浜本,正夫 加茂,誠一 渡辺,知之 渡辺,徹男 黒田,憲康
発行元	日本林學會
巻/号	55巻11号
巻号補足	
掲載ページ	p. 352-358
発行年月	1973年11月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター

Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



論 文

IBDU 成形品の林地施肥に関する研究 (I)

IBDU 成形品の性質とヒノキの植栽時における肥効

浜本正夫*・加茂誠一*・渡辺知之*・渡辺徹男*・黒田憲康*

Characteristics and Effects of Briquetted IBDU Fertilizer Applied
at Time of Hinoki (*Chamaecyparis obtusa*) Planting

Masao HAMAMOTO*, Seichi KAMO*, Tomoyuki WATANABE*,

Tetsuo WATANABE* and Noriyasu KURODA*

Summary: This report examines the possibility of simplifying the fertilizer application techniques and reducing the frequency of topdressings necessary in successful forest fertilization, by putting a large amount of compound fertilizer containing very slow release nitrogen fertilizer into the planting hole at time of planting Hinoki (*Chamaecyparis obtusa*) seedlings.

This very slow release nitrogen fertilizer is a specially prepared, briquet-form of IBDU (Isobutylidene Diurea). This IBDU form is of large size because the larger the granular size the slower is the release of available nitrogen.

Large size IBDU granules of 5-8, 36×20×13, 34×34×20, and 64×46×28 mm were produced by a briquetting machine and applied as the basal fertilizer for 3-year-old seedlings of *Chamaecyparis obtusa* at the time of planting. The nitrogen releasing rate of the IBDU granules was evaluated by frequent sampling and analysing of the granules during the 2-year examination period.

The interim results 2 years after planting in the 5-year examination were as follows:

- 1) No phytotoxic damage was observed when large amounts of the briquetted IBDU (50 g-N/seedling) were applied. However, 35% mortality occurred as the result of nutritional disorders when equivalent amounts of conventional, water soluble fertilizer were applied.
- 2) Better tree growth was observed on IBDU briquet treated plots than on plots treated with annual applications of conventional fertilizer applied at equivalent rates of nitrogen.
- 3) Briquetted IBDU applied at the time of planting appeared to maintain its nutritional effect on young trees for more than 2 to 4 years after the tree planting.

要 旨: 林地肥培の省力化を目的として、筆者等は、緩効性窒素肥料である IBDU (Isobutylidene Diurea) の持つ粒効果の特長、つまり粒径が大きくなるほど溶出速度が小さくなる性質を利用した長期肥効持続肥料を開発し、これを植栽の時、普通肥料の2~3年または4~5年分に相当する量を植え穴に一時に施用し、その後の追肥を省略する試験を実施したものである。供試した3種の新肥料は、ブリケットマシンを利用して3種類の大きさ(それぞれ1個当り 40g, 5g, 0.2g)に物理的に成形したものである。これらについて、土中溶出試験、およびヒノキの3年生苗による植栽試験等5年間にわたる試験を開始し、現在2年を経過したが、以下に述べるように良好な結果が得られ、新しい植林用肥料としての知見が得られたので、途中経過をとりまとめて報告する。

- 1) 速効性肥料を多量施用の区は、塩類濃度障害のため枯死や生育不良が多く発生したが、IBDU 成形品についてはほとんど障害がみられず、多量に施肥を行っても安全であると考えられる。
- 2) 土壌中での2年間の溶出試験から、IBDU 成形品はその粒径を大きくすることにより2~3年、または4~5年の肥効持続が可能であると予想される。
- 3) このような長期肥効の持続する緩効性肥料でありながら、ヒノキの初期生育は旺盛で、速効性肥料を毎年施用する標準区と同等、もしくはよりすぐれた生長を示した。

* 三菱化成工業(株) 商品研究所 Mitsubishi Chemical Industries Ltd., Market Development Research Lab.

4) 以上のことから、2~3年分、または4~5年分の IBDU 成形品の一時施用によって、省力的林地肥培が可能になるものと思われる。

1. はじめに

近年、林地肥培の効果が確認され、実用化されてきている。しかし、その肥料は当初の緩効性指向は薄れ、尿素や速効性の高度化成が主体となってきている。したがって肥効の発現、消失が早く、少なくとも3年間の連続施肥が必要とされ^{1,2)}、とくに生育期間の長い林木では、肥効の面のみでなく労力の面でも問題がある。

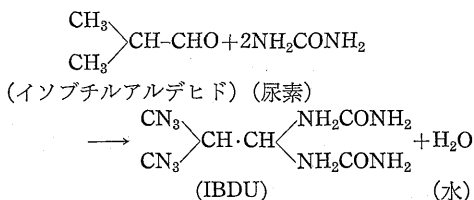
固形肥料、および尿素とホルムアルデヒドの縮合物の Ureaform (通称 UF) は、緩効性肥料としてすでに林業用肥料としての歴史をもつが、さらに農業の省力を目的として、尿素とイソブチルアルデヒドの縮合物 Isobutyridene Diurea (通称 IBDU)、尿素とアセトアルデヒドの縮合物の 2 Oxo-4 methyl-6 Ureido-hexahydropyrimidine (通称 CDU)、およびジシアンジアミドを酸で加水分解したグアニル尿素 (通称 GU) などの、緩効性窒素肥料が市販されている³⁾。

筆者等は、これらの緩効性窒素肥料のうち、とくに粒効が大きいの IBDU を物理成形して林木に応用することに着目し、2~3年、出来れば5年位肥料の持続する窒素肥料を開発すれば、これを植付時一度に施肥することにより林地肥培に貢献しうるのでないかと考え、以下に述べるような5年にわたる試験に着手した。現在、2年を経過し中間段階ではあるが、安全性および肥効持続の可能性についての知見が得られたので、ここに報告する。

2. 材料および方法

1) 試料

試験に供した IBDU とは Isobutyridene Diurea^{4,5)} (または、1-1-Diureido Isobutane) の略称であり、次式の縮合反応により生成され、窒素含有量 31% (理論値 32.18%) の m.p. 205°C (分解) の白色結晶状粉末である。



IBDU の水に対する溶解度⁶⁾は 0.2~0.3 g/100 ml H₂O と小さく、尿素に比べて 1/500~1/600 の難溶性であること

から、現在緩効性窒素肥料の一つとして水田、畑作、芝生などに、単肥または化成肥料の形態で、国内外に広く使用されている。また、IBDU は、徐々に水に溶け出して加水分解し尿素を遊離するので、肥効的には緩効的な尿素ということができ、土壌の種類、土壌微生物のフローラ、活性、あるいは地温の変化などによる影響が少なく、安定した肥効を示す。

さらに、IBDU の特長として、物理的に強固な大粒品とすることによる溶出速度の遅延、つまり粒効が大きいの。その実験値を図-1に示す。図-1は、好適水分における畑条件の土壌 (最大容水量の 60% 水分, 30°C) における無機化速度 (土壌中で有機態の窒素が、NH₃-N、または NO₃-N に分解される速度) に及ぼす IBDU の粒径の影響を示すもので、IBDU の粒効がいかに大きいかうかがわれる。この粒効を利用して、ブリケットマシンのような物理成形機を利用し大粒径の IBDU 成形品を製造すれば、3~5年間の肥効持続が期待される超緩効性窒素肥料の製品化も可能であると考え、その5年間にわたるヒノキに対する施肥試験の試料として、表-1、

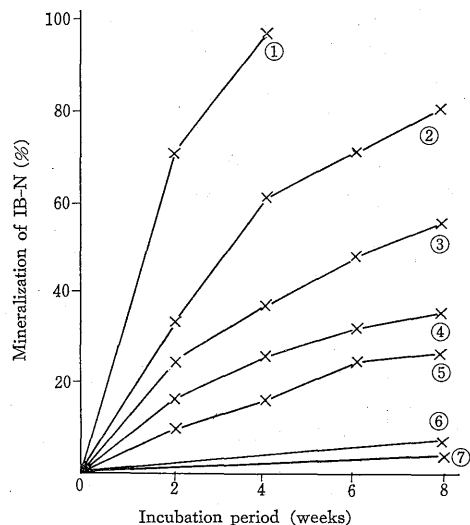


図-1. IBDU 粒径の窒素無機化速度に及ぼす影響 (畑状態, 30°C, 水分 60% 飽和)

Fig. 1. Influence of granular size on mineralization of IBDU in upland condition

- ① 0.3~0.6 mm dia. ② 0.7~1.4 mm dia.
- ③ 1~2 mm dia. ④ 2~3 mm dia.
- ⑤ 3~4 mm dia.
- ⑥ Briquetted IBDU 36mm×20mm×13mm
- ⑦ Briquetted IBDU 64mm×46mm×28mm

表-1. 供試肥料の粒径, 重量および形状

Table 1. Size, weight and shape of Briquetted IBDU

Mark	Size (mm)	Weight (g/granule)	N content (Ng/granule)	Shape
B-IB-L	64×46×28	40	12.5	Large almond
B-IB-M	34×34×20	15	4.5	Fat almond
B-IB-S	36×20×13	5	1.5	Small almond
C-IB	5~8 mm	0.23	0.07	Crushed flake

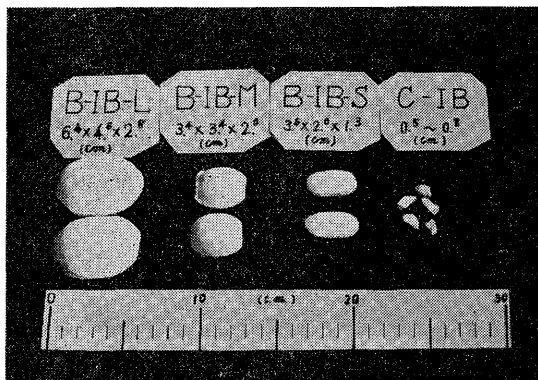


写真-1. IBDU 成形品 各試料

Photo. 1. Samples of Briquetted IBDU

写真-1 に示す 4 種の成形品 (以下 IBDU 成形品と呼ぶ) を試作した。ただし, ヒノキ試験圃場における土中溶出試験には 表-1 の全試料を供し, またヒノキの肥培試験には, 表-1 のうち B-IB-M を除く 3 種類を供し, リン酸, カリは別途施肥した。対照用肥料としては, 燐加安化成速効性 (24-12-12), 2~4 mm 粒状品を使用した。

2) 方 法

A. 試験地の概況

試験地は横浜市鴨志田町の多摩丘陵地の洪積層地帯であるが, 切りとり整地を行ったところの, 有機物の少ない B 層を主体とした土壌からなっている。土性は SL~S で, pH (H₂O) は 5.0~5.6, リン酸吸収係数 735, 置換酸度が 0.89 である。

B. 土壌中溶出試験

表-1 の各供試肥料を, 植栽試験圃場の一角に 1971 年 5 月から, 地下 30 cm の深さに埋設し, 1 年ごとに数個ずつ掘り出して乾燥後, 残存窒素成分をキュエルダール法により分析し, 毎年の溶出率から土壌中での溶出速度を算出した。水分は地下水位が低く, ほとんど雨水のみの供給である (表-2 の試験開始以来の, 横浜地方気象台の月別雨量参照)。

C. ヒノキの肥培試験

ヒノキ 3 年生苗 (40~50 cm) を 1 m² 当り 1 本植栽し, 1 区 25 本とし, 繰り返し 3 区を設けた。肥料は前述 IBDU 成形品の 3 試料と標準肥料としてリン加安化成 (速効性) (24-12-12) を使用した。また, IBDU 成形品については, 100% 緩効性として施肥する区 (a 区) と, 初期生育用スターターとして, TN の 20% 相当分を速効性窒素で補う区 (b 区) とを設けた。

施肥法は, 径 40 cm, 深さ 30 cm の植穴について, 穴底に全量施用する区 (A 区) と, 半量を穴底に半量を表面近くの土中に施用する区 (B 区), の 2 法を用いた。

施肥量はヒノキ苗 1 本当り, N-P₂O₅-K₂O 各成分当り 10-5-5 g/年を標準とする。したがって, 3 年分一時施用

表-2. 横浜地区の雨量と気温

Table 2. Rainfall and atmospheric temperature at Yokohama

Year Month	Atmospheric temp. (°C)				Rainfall (mm)			
	1971	1972	1973	Normal*)	1971	1972	1973	Normal*)
1	5.0	7.1	6.4	4.4	45.5	121.0	146.0	56.3
2	5.4	5.4	6.8	4.8	97.5	153.0	71.0	69.2
3	8.0	9.5	7.9	7.8	107.5	42.5	15.5	110.2
4	13.2	13.4	15.1	13.2	146.0	171.5	150.0	139.5
5	17.4	18.5		17.5	85.5	125.5		165.8
6	21.0	21.3		20.7	96.0	122.5		225.8
7	25.5	25.2		24.6	58.0	271.0		149.2
8	26.7	26.3		26.1	196.5	95.0		144.6
9	21.3	23.1		22.6	273.5	249.0		203.1
10	15.6	18.4		16.6	276.0	53.0		201.0
11	11.9	12.3		11.7	22.0	65.5		106.5
12	8.2	8.3		7.0	63.0	146.5		61.0
Average or total	Ave. 14.9	15.7		14.8	Total 1467.0	1616.0		1632.1

*) Average for past 5 years

区はその3倍、5年分一時施用区はその5倍量を植栽時に施用した。施肥は各IBDU成形品のNと同時に、 P_2O_5 、 K_2O 源としてそれぞれ過燐酸石灰、塩化カリを併用して標準量に合わせた。標準区は、前述の標準量を毎年リン加安化成でN-10g、 P_2O_5 -5g、 K_2O -5gになるように施用した。試験区の一覧を表-3に示す。

植栽後6カ月経過後には、施肥量の違いによるヒノキの障害状況を調査し、また1年、1年半、2年経過後においては、各処理区ごとに伸長量と根元径生長量を測定した。

3. 結果および考察

試験圃場における土壤中溶出試験の2年経過後の中間結果を、図-2に示す。粒径の小さい試料の窒素分はすでに溶出しつくしたものも見られるが、大粒径の試料は依然として緩効的に溶出を続けており、粒効果が明らかである。

図-2の実験式より各試料の溶出持続期間を推定すると、C-IB（コンパクト破砕5~8mm品）は約8カ月、B-IB-S（小型成形品）が約2年、B-IB-M（中型成形品）がおよそ4年、B-IB-L（大型成形品）では約9年も持続

表-3. 試験区一覧表

Table 3. Design of the field experiment

No.	Fertilizer	Rate of application ¹⁾ N- P_2O_5 - K_2O g/tree	Starter ²⁾	Depth of application ³⁾
1	B-IB-L	(II) 30-15-15	(a)	A
2		(II) 30-15-15	(b)	A
3		(III) 50-25-25	(b)	A
4	B-IB-S	(II) 30-15-15	(a)	A
5		(II) 30-15-15	(a)	B
6		(II) 30-15-15	(b)	A
7		(II) 30-15-15	(b)	B
8	C-IB	(III) 50-25-25	(b)	A
9		(II) 30-15-15	(a)	A
10		(II) 30-15-15	(a)	B
11		(II) 30-15-15	(b)	A
12		(II) 30-15-15	(b)	B
13	Conventional watersoluble fertilizer	(III) 50-25-25	(b)	A
14		(I) 10-5-5	(a)	A
15		(II) 30-15-15	(a)	A
16		(II) 30-15-15	(a)	B
17	-NPK	(III) 50-25-25	(a)	A
18		(II) 0-15-15	—	A
19	-NPK	— 0-0-0	—	—

¹⁾ (I)—means annual application
(II)—means one application for a 3 year period
(III)—means one application for a 5 year period

²⁾ (a)—means without starter

(b)—means with starter

³⁾ A —means all at bottom

B —means 1/2 at bottom, 1/2 at surface

するような推定結果となる。しかし、実際には成分必要量を供給する期間はこれよりさらに短かく、また地形、土性、温度などにより溶出速度が変動するであろうが、これらIBDU成形品の粒径と施肥量を考慮することにより、2~3年、または、4~5年の肥効持続を期待し得ることは可能と考察される。

図-3に初期6カ月経過後における、ヒノキの障害状況を示す。リン加安化成（速効性）区は、濃度障害による枯死、あるいは濃度障害が多くみられた。また、IBDU成形品では、C-IB（5~8mm品）にやや障害が認められたが、それ以外はほとんど障害はなく、IBDU成形品

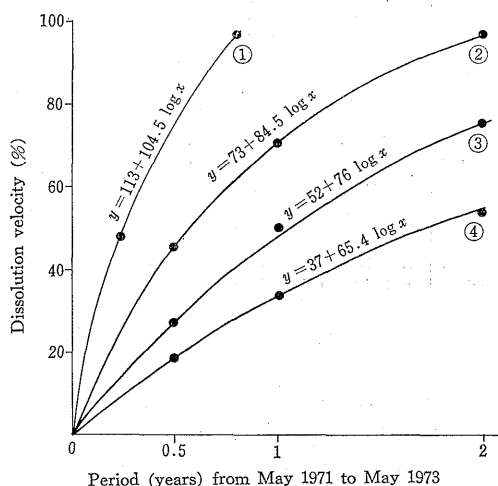
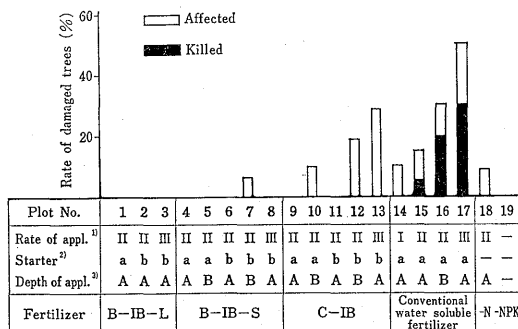


図-2. IBDU 成形品の圃場における土中溶出率
Fig. 2. Dissolution velocity of Briquetted IBDU in soil of the test field

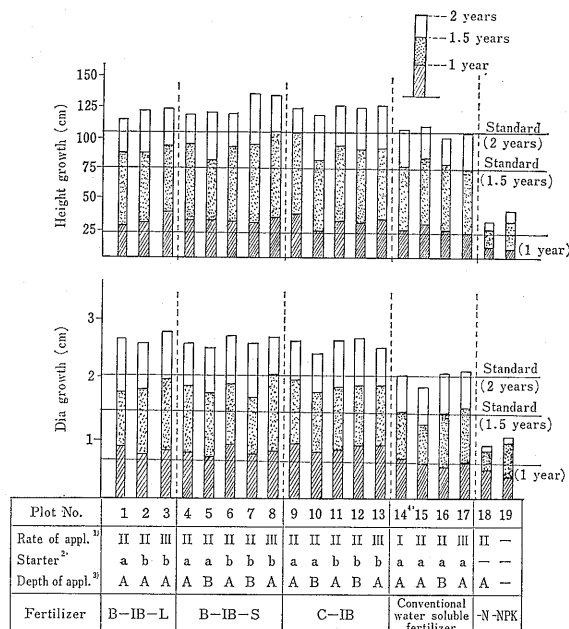
- ① C-IB (5~8 mm)
② B-IB-S (36 mm×20 mm×13 mm)
③ B-IB-M (34 mm×34 mm×20 mm)
④ B-IB-L (64 mm×46 mm×28 mm)



1), 2), 3).....See foot note 1), 2), 3) in Table 3

図-3. 植栽後6カ月の障害状況
Fig. 3. Rate of damaged trees 6 months after planting

の安全性が確認された。図-4にヒノキ植栽後1年、1年半、2年経過時の地上部伸長量と根元径生長量（地上10cm）を示す。無施肥区、無窒素区に比べて、施肥区



1), 2), 3).....See foot note 1), 2), 3) in Table 3

4).....Standard

図-4. 植栽後2年のヒノキ伸長量および幹肥大量
Fig. 4. Growth of *Chamaecyparis obtusa* 2 years after planting

表-4. 2年間のヒノキ伸長量の要因別有意差検定表
Table 4. Analysis of Variance for *Chamaecyparis obtusa* in Height 2 years after Planting

Factor	Source	S.S.	ϕ	V	F ₀
• Depth of application (All bottom 1/2 " , 1/2 surface)	Depth of Ap.	1254.5	1	1254.5	6.15*
	Fertilizer	1346.6	2	673.3	3.30*
	Interaction	512.1	2	256.05	1.25
	Replicates	3113.2	5	622.6	
	Error	4892.8	24	203.8	
Total		8006.0	29		
• Fertilizer (BIBS CIB CF)	Starter	39.8	1	39.8	0.15
	Fertilizer	645.0	2	322.5	1.27
	Interaction	22.7	2	11.3	0.04
	Replicates	707.6	5	141.5	
• Starter (with without)	Error	6075.2	24	253.1	
	Total	6782.8	29		
• Rate of application (3 year period 5 " "	Rate of Ap.	218.7	1	218.7	0.76
	Fertilizer	40.2	2	20.1	0.07
	Interaction	805.4	2	402.7	1.41
	Replicates	1064.3	5	212.8	
• Fertilizer (BIBL BIBS CIB)	Error	6828.0	24	284.5	
	Total	7892.3	29		

の効果が非常に大きいことはもちろん、IBDU 成形品の各区は、3年分、および5年分一時施用区ともに、対照のリン加安化成（速効性）毎年施用区（No. 14）より良い生育を示している。リン加安化成3年分（No. 15, 16）および5年分一時施用区（No. 17）は、対照のリン加安化成毎年施用区（No. 14）と比較し、多量施肥の効果はみられず、かえって濃度障害などのマイナス効果がうかがわれる。表-4に、2年経過時におけるヒノキの伸長量、表-5に同じく根元径生長量について各要因（肥料種類、施肥法、施肥量、スターターの有無）間の有意差検定結果をとりまとめた。その結果、肥料種類について、各IBDU 成形品区間の有意差はまだ見られないが、これらの区と対照のリン加安化成（速効性）区の間には、伸長量、根元径生長量両方で有意差が認められた。また、施肥法について、伸長量についてのみ有意差がみられ、半量を地表部に施す方法より全量植え穴底施用のほうが生育のよい点が見いだされた。しかし、根元径生長量ではこの傾向は認められなかった。施肥量（3年分、5年分）および、上記のようにIBDU 成形品の粒径（5~8mm 破砕形、小型アーモンド、大型アーモンド）による有意差は、2年経過の現在ではまだ見られないが、今後年数の経過とともに、粒径による肥効の差が現われるものと期待される。IBDU 各区の場合、初期生育の遅延が心配されたので、IBDU 成形品にスターターとして速

表-5. 2年間のヒノキ肥大量の要因別有意差検定表
Table 5. Analysis of variance for *Chamaecyparis obtusa* in Dia. 2 years after Planting

Factor	Source	S.S.	ϕ	V	F ₀
• Depth of application (All bottom 1/2 " , 1/2 surface)	Depth of Ap.	4.0	1	4.0	0.41
	Fertilizer	214.1	2	107.0	11.02**
	Interaction	38.1	2	19.0	1.96
	Replicates	256.2	5	51.0	
	Error	233.2	24	9.7	
Total		489.4	29		
• Fertilizer (BIBL BIBS CIB)	Starter	3.3	1	3.3	0.31
	Fertilizer	1.2	2	0.6	0.05
	Interaction	1.6	2	0.8	0.07
	Replicates	6.2	5	1.2	
• Starter (with without)	Error	257.2	24	10.7	
	Total	263.4	29		
• Rate of application (3 year period 5 " "	Rate of Ap.	1.6	1	1.6	0.28
	Fertilizer	13.2	2	6.6	1.16
	Interaction	6.0	2	3.0	0.53
	Replicates	20.9	5	4.1	
• Fertilizer (BIBL BIBS CIB)	Error	136.4	24	5.6	
	Total	157.3	29		

効性窒素を、全窒素量の 20% 施用した b 区と、スター無施用の a 区との両区間の有意差は、表-4 のごとく認められなかった。このことは、IBDU 成形品はいずれも長期間肥効が持続する上に、決して初期生育にも支障がないことを物語っている。

以上を総合して、IBDU 成形品区は、リン加安化成毎年施用区と比較し、2 年経過時において地上部伸長量で約 20%、根元直径生長量で約 30% 大きい。このことは、流亡や微生物による有機化などからの窒素の損失、無効化が IBDU 成形品区で少ない、つまり、IBDU 成形品から徐々に溶出した窒素が、標準肥料からの速効性窒素よりも、ヒノキ苗木により有効に利用されていた結果と考察される。

図-5 に、植栽後 2 年経過した各試験のヒノキの中から、平均伸長量に近い 1 本をそれぞれ掘り取り、根、幹、葉の各部の窒素含有率を分析し、それぞれの重量よりヒノキ 1 本当りの窒素吸収量を算出した。また、図-2 から施用した肥料の内、2 年間で溶出した窒素量を求め、これに対する各区の 2 年後のヒノキによる見かけの利用率を図-5 に示した。この図からも、IBDU 成形品の窒素が有効に利用されていることが推定される。また、吸収量に比べ余りに過剰な窒素溶出があれば、濃度障害の危険性があるばかりでなく窒素の損失が大きく、好ましくないことは容易に類推できる。植栽後 1~2 年

の根系の発達が不十分な時期に旺盛な発育を期待するには、肥料効率から考え、吸収量を若干上回る溶出窒素が常時あることが望ましいと考えられる。これらのことから、B-IB-M、B-IB-L (おのおの IBDU 成形品、34 mm × 34 mm × 20 mm, 64 mm × 46 mm × 28 mm) が、植栽用肥料として適する溶出を示していると考えられるが、本試験結果は、この考え方を裏づけるものといえよう。

以上の試験と併行して筆者らは、1 年生スギ苗のポット試験も実施したが、上途のヒノキ肥培試験と全く同様の傾向を示した⁷⁾。また Packed Fertilizer^{8,9)} すなわち、ピンホール数個を持つ小樹脂袋に速効性肥料をつめたものについても、同時に検討してみたが、ピンホールの個数により溶出速度に大差があること、またピンホールの閉塞、拡大による難溶出、過溶出など、肥効不安定の問題が大きいことを知った¹⁰⁾。

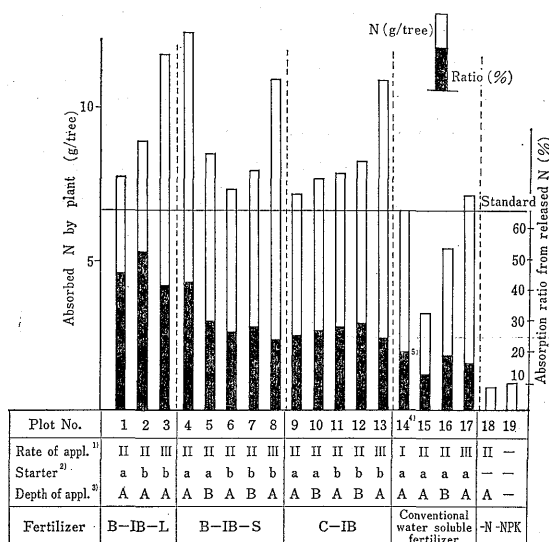
今回のヒノキ肥培試験は、切り取り整地直後の有機物の少ない B 層を主体とした土壤であって、雑草の影響が無かったが、一般の林地では、IBDU の植穴底施肥は雑草による肥料分の吸収を抑え、苗による肥料の利用率を高め、下刈り回数を減少させるなどの利点を生むことが考えられる¹¹⁾。

上述のことから、初期生育段階の結論として、筆者らは、IBDU 成形品が十分に省力的林地用肥料として適すると判断できた。今般さらに立地条件を変えて、試験する必要をみとめ着手した。

以上、植栽後 2 年における初期生育に対する知見をとりまとめたが、さらに 5 年間の生育を終えた段階で、閉さ前の生育に対する知見を報告する予定である。なお、本試験をすすめるにあたって、終始ご指導を賜った、東京農工大学の川名 明、相場芳憲両先生に深く感謝の意を表する。

引用文献

- 1) 川名 明: 芝本武夫監修, 林地肥培入門, カリ研究会, 60, 1963
- 2) 芝本武夫: 林地肥培の理論と実際, 森林資源総合対策協議会, 231, 1962
- 3) 肥料年鑑: 肥料協会新聞部, 258, 1973
- 4) HAMAMOTO, M.: Isobutylidene Diurea as a Slow Acting Nitrogen Fertilizer and the Studies in the Field in Japan. Proc. Fertilizer Soc., 90: 1~77, 1966
- 5) LUNT, O.R. and CLARK, S.B.: Properties and Value of I, I-Diureido Isobutane (IBDU) as a Long-Lasting Nitrogen Fertilizer. J. Agr. Food Chem., 17: 1269~1271, 1969
- 6) 浜本正夫, 加茂誠一: 緩効性窒素肥料 IBDU の開発と工業化. 日化協月報, 22: 41~48, 1969
- 7) 筆者等: 未発表
- 8) AHMED, I. U., ATTOE, O. J., ENGELBERT, L. E. and



1), 2), 3).....See foot note 1), 2), 3) in Table 3

4).....Standard

5).....Contain the 3rd Application

図-5. 植栽後 2 年のヒノキの N 吸収量

Fig. 5. Absorbed N by *Chamaecyparis obtusa* 2 years after planting

- COREY, R.B.: Factors Affecting the Rate of Release of Fertilizer from Capsules. *Agronomy Journal*, **55**: 495~499, 1963
- 9) ATTOE, O.J., RASSON, F.L., DAHNKE, W.C. and BOYLE, J.R.: Fertilizer Release from Packets and its Effect on Tree Growth. *Soil Sci. Amer. Proc.*, **34**: 137~142, 1970

- 10) 筆者等: 未発表
- 11) 塘 隆男: 苗畑施肥と林地肥培. 地球出版社, 138~140, 1971

(1973 年 7 月 28 日受理)

抄 録

○個体の大きさ級ごとの 2 種間相関指数によるウイスコンシンにおける森林の遷移傾向の解析 Size-Association Analysis of Forest Successional Trends in Wisconsin, ZEDLER, P.H. & F.G. GOFF: *Ecol. Monogr.* **43** (1): 79~94, 1973

遷移の過程にあると考えられる諸種の森林から i, j の 2 種の樹木をとりあげて、その 2 種の間の種間相関指数 (Association Index) を調べる。相関指数としては COLE の指数を使ったが、他の指数を使っても差支えないようである。指数は 2 種が共存の傾向にあるときは +1, 排斥する傾向にあるときは -1 に近い値をそれぞれとる。

i, j それぞれの種の各個体を、その大きさに応じた級 (size-class) に分割する。 i 種の k 番目の大きさ級と j 種全体との相関指数 (A_{ijk}) および逆に j 種の k 番目の大きさ級と i 種全体との相関指数 (A_{jik}) を各大きさ級 ($k=1, \dots, n$; ただし n は級の数) について計算する。この方法を 2 次元解析 (2-D Analysis) という。

今仮に、 j の大きさが増加するにつれて i との相関指数 (A_{ijk}) が増加するならば、これは j 種がすでに存在しているところへ後から i 種が侵入してくる場合に起こることであろう。逆に、 i の大きさが増加するにつれて j との相関指数 (A_{jik}) が減少するならば、これは i が大き

くなるにつれて j がその場から消失していく場合に起こることであろう。したがって、もしこの 2 つの関係が同時に認められるならば、それは「 $i \cdot j$ 両種が遷移の系列において i が j に置き換わるという関係にある」ことを示しているといえるのである。このほかに、 A_{ijk} および A_{jik} の変化の仕方によって $i \cdot j$ 両種の遷移における関係をいくつかの型に分類することができる。

この解析方法がウイスコンシン州の各種森林において実地に適用された。面積 0.081 ha の円形のプロット 879 個が調査された。胸高直径 12.7 cm 以上の木がすべて測定され、直径階によって大きさ級に分けられ、主要な樹種が 2-D 解析に供された。この解析によれば、サトウカエデ、ツガ、シナノキは極相種、ルテアカンバ、ルブルムカエデ、ボレアリスナラ、ストローブマツは中間種、ポプラおよびパピリフェラカンバは先駆種である。 i, j 2 種とも大きさ級に分け、それぞれの大きさ級どおしの相関指数を用いる 3 次元解析 (3-D Analysis) を行えば、より細かい解析が可能となる。

この解析方法が適用されるためには、次の 3 つの仮定が満たされていなければならない。①調査林分が異齢林であること、②小径木を含む若い林分は大径木を含む古い林分へと遷移していくという事実、③年齢と直径との相関 (大径木ほど高齢であることおよびその逆)。

(菊沢喜八郎)