

15N追跡法によるクロマツ1年生苗のチッソ利用率

チッソ単肥,三要素肥料施用の影響

誌名	日本林學會誌 = Journal of the Japanese Forestry Society
ISSN	0021485X
著者名	野上,寛五郎
発行元	日本林學會
巻/号	58巻3号
巻号補足	
掲載ページ	p. 108-111
発行年月	1976年3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



短 報

 ^{15}N 追跡法によるクロマツ1年生苗のチッソ利用率

——チッソ単肥、三要素肥料施用の影響——*

野上 寛五郎**

I はじめに

通常、栽培作物によるチッソ利用率はチッソ施用区のチッソ吸収量から無チッソ区のチッソ吸収量を減じ、その量をチッソ施与量で除し、百分率であらわしているが、この方法（以下差引き法と呼ぶ）は必ずしも実際の肥料チッソの利用率を示すとはいえない(2)。すなわち、施肥区では施肥による根系量および根系の養分吸収能の増大、土壤微生物の活性の向上などがあり、チッソ施肥区の天然供給量は無チッソ区のチッソ吸収量とは異なると考えられる。他方、 ^{15}N 標識肥料施与によるチッソの追跡法は無チッソ区の値を用いることなく、正確に定量できる利点を有し、肥料効果のうち余分の効果を切り捨てた直接の肥効を示すといわれている(3,6)。そこでここでは $(^{15}\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ を与えて、クロマツ1年生苗の床替床におけるチッソの利用率を求める目的でポット試験を行なった。また4か月の栽培期間にクロマツ苗が吸収したチッソ量のうちで肥料Nに由来するチッソと土壌Nに由来するチッソ量とについても ^{15}N 追跡法による測定値を用いて検討した。

なお本報告をまとめるにあたり助言を賜った宮崎大学農学部土壤肥科学研究室玉井理教授ならびに実験に協力していただいた同造林学研究室の方々に厚くお礼申し上げる。また供試したクロマツ苗は宮崎県林業試験場の圃場で播種、育苗されたものであり、苗木を提供していただいた同林試の関係各位に深く感謝するしだいである。

II 材料と方法

供試苗：クロマツ1年生まきつけ苗の中から形質のほぼ均一なもの（平均苗高 20.2 cm, 根元直径 3.8 mm, 生個体重 8.3 g）を選んで用いた。植付け時のクロマツ苗の各部乾重は供試苗の平均生個体重に近い個体 20 本を選び求めた（葉 1.76 g, 枝幹 1.08 g, 根 0.76 g）。また植付け時のチッソ含有率はケルダール法（塩入・奥田式）で分析し（葉部 1.37%, 枝幹部 0.87%, 根部 0.89%）、ポット当たりチッソ含有量は表-4 の B 欄に示

した。

供試土壌：宮崎大学林学科苗畑（宮崎市船塚、大淀川沖積地）の下層土を用いた。その理化学的性質の概要はつぎのとおりであった。土性軽植土、 $\text{pH}(\text{H}_2\text{O})$ 6.3、置換酸度 (y_1) 0.6、有機態炭素 2.4%, 全チッソ 0.18%（いずれも青峰・原田(1)によった）、リン酸吸収係数 900~1,000 (2.5% 中性リン酸アンモニア法による)。

栽培方法：底部に鹿沼土 0.7 kg を入れた a/2,000 ワグナーポットに風乾土相当量で 7.5 kg の土壌を充填し、苗木をポット当たり 2 本植栽し、1974 年 4 月 3 日より 8 月 9 日まで栽培した。ポットの排水孔は開放とし、同苗畑において露地栽培し、晴天の続いた時期に限り灌水した。灌水は 5 月 29 日、8 月 3 日の 2 回で合計 30 mm を与えた。栽培期間の降水量は 1,532 mm であった。除草は 1~2 回/週とし、ていねいに行なった。

施肥処理：無施肥（-NPK）区、チッソ単肥（N）区、チッソ欠除・リン酸カリ（PK）区、三要素（NPK）区の 4 区で 4 連（ただし無施肥区は 3 ポット）とした。施肥量は N, P_2O_5 , K_2O それぞれ 1.5 g/ポットとし、硫酸（N: 21%）、過石（ P_2O_5 : 17%）、塩カ（ K_2O : 63%）を用いた。N 区、NPK 区のうち各 2 ポットに ^{15}N 標識硫酸（6.84 ^{15}N excess %）を与えた。施与肥料は苗木活着後 4 月 27 日、6 月 4 日、7 月 16 日の 3 回に等分して、表層約 2 cm の土壌と混合して施した。

約 4 か月間栽培した苗木は掘取り後苗高、根元直径、枝張り、針葉長および葉、枝幹、根の各部生重を測定した。その一部を 2 昼夜 65°C で乾燥して乾物重に換算した。乾燥した試料を粉碎し、全チッソの定量を行なった。差引き法によるクロマツ苗のチッソ利用率は常法によって、チッソ単用区では N 区のクロマツ苗のチッソ含有量から無施肥区のチッソ含有量を減じ、三要素区では NPK 区のチッソ含有量から PK 区のチッソ含有量を減じ、それぞれチッソ施肥量で除して百分率であらわした。

^{15}N 追跡法によるチッソ利用率の測定は下記のとおりである。クロマツ各部の全チッソを定量した後、その中和液を再蒸留し、中和当量 + 約 1 ml の $\text{N}/10 \text{ H}_2\text{SO}_4$ 液

* Kangoro NOGAMI: Isotopic estimations of fertilizer nitrogen uptake by one-year-old *Pinus thunbergii* seedlings in pot experiment

** 宮崎大学農学部 Fac. of Agr., Miyazaki Univ., Miyazaki 880

(指示薬は含まない)で受け、受液を1~2 mg·N/mlに濃縮して理化学研究所に重チッソ存在比の分析を依頼した。その結果から ^{15}N excess % を求め、クロマツ苗が吸収した肥料Nに由来するチッソ量とクロマツ苗の施用チッソの利用率を計算した。そして栽培期間中にクロマツ苗が吸収したチッソ量(チッソ増加量)は肥料Nに由来するチッソ量と土壌Nに由来するチッソ量との和と仮定してそれぞれの苗体内における寄与(分布)率を算出した。なお栽培期間中にクロマツ苗が吸収したチッソ量のうち土壌Nに由来するチッソ量は差引き法では無チッソ区の掘取り時のチッソ含有量から植付け時のチッソ含有量を減じて求め、 ^{15}N 追跡法では栽培期間中にチッソ施与区のクロマツ苗が吸収したチッソ量から肥料Nに由来するチッソ量を減じて求めた。

III 結果と考察

栽培終了時のクロマツ苗の地上高、根元直径、枝張り、各処理区6~8個体の平均値で、針葉長は30~40対の平均値で示した(表-1)。上長および肥大生長、針葉の長さはチッソ単肥施用またはチッソ、リン酸、カリの施用によって増加する傾向がみとめられた。また掘取り時のクロマツ苗の各部乾重は図-1のとおりで、同様に、NまたはNPK区の葉重は無チッソ区の1.6~2.0倍、枝幹重は1.6~1.8倍、根重は1.3倍の生長を示し、チッソの施肥効果がみられた。したがって、この条件下ではクロマツ1年生苗にチッソ施肥すると、各部位の生長量は増加し、とくに地上部の生長が促進されることがわかった。

クロマツ苗各部のチッソ含有率、ポット当たりチッソ含有量および差引き法によるチッソの利用率は表-2のとおりであった。チッソ濃度はチッソ施肥区で高くなり、葉部では対照区を100とすると、チッソ施与区は150~170となった。またN区はNPK区よりやや高いチッソ濃度を示した。常法によるクロマツ苗のチッソ利用率はN区では13%、NPK区で15.5%と計算された。

表-1. クロマツ苗の各部の生長におよぼすチッソ単肥、三要素肥料施肥の影響

The effects of fertilizer application on the growth of one-year-old *Pinus thunbergii* seedlings

	Height (cm)	Diameter at ground line(mm)	Crown diameter (cm)	Length of needle (cm)
Control(-NPK)	23.4±2.3	5.2±0.4	14±5	4.9±0.9
PK(-N)	22.9±2.7	5.0±0.6	13±3	6.2±2.1
N(-PK)	25.9±1.6	6.6±0.7	24±5	10.3±2.2
NPK	28.9±5.6	6.8±1.2	23±3	11.0±1.5

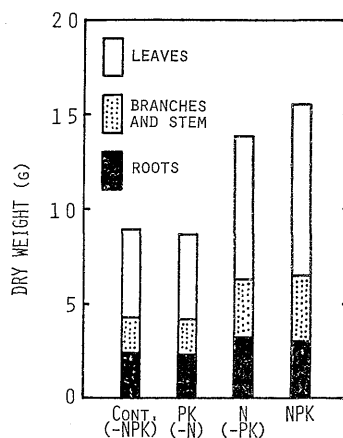


図-1. 各処理区におけるクロマツ苗の器官別乾重

Dry weight of one-year-old *P. thunbergii* seedling affected by fertilizer application

表-2. クロマツ苗のポット当たり乾重、チッソ含有率、チッソ含有量および常法によるチッソ利用率

Effects of N and NPK fertilizer application on the nitrogen uptake by one-year-old *P. thunbergii* seedlings

		Dry weight of seedlings* (g/pot)	Nitrogen concentration (%)	Nitrogen contents of seedlings (mg/pot)	Nitrogen uptake by seedlings** (%)
Control (-NPK)	Leaves	9.1	0.87	79.2	
	Branches and stems	3.8	0.42	16.0	
	Roots	4.8	0.72	34.6	
	Total	17.7	—	129.8	
N(-PK)	Leaves	14.9	1.45	216.1	9.1
	Branches and stems	6.1	0.63	38.4	1.5
	Roots	6.4	1.11	71.0	2.4
	Total	27.4	—	325.5	13.0
PK(-N)	Leaves	8.7	0.84	73.1	
	Branches and stems	3.8	0.35	13.3	
	Roots	4.6	0.69	31.7	
	Total	17.1	—	118.1	
NPK	Leaves	17.9	1.38	247.0	11.6
	Branches and stems	7.0	0.56	39.2	1.7
	Roots	6.0	1.07	64.2	2.2
	Total	30.9	—	350.4	15.5

* Two seedlings per pot

** Nitrogen uptake rate was calculated as follows; the amount of applied nitrogen taken up by the seedlings was calculated as the difference between total nitrogen uptake from N applied and control pot or NPK applied and PK one.

The amount of applied nitrogen in the form of ammonium sulfate was 1.5 g per pot (300 kg·N/ha).

表-3. ^{15}N 追跡法によるクロマツ苗の施用チッソの利用率 ^{15}N labelled nitrogen uptake by one-year-old *P. thunbergii* seedlings in N and NPK treatment

		^{15}N excess %*	Amounts of nitrogen taken from fertilizer-N (mg/pot)	^{15}N labelled nitrogen uptake by seedlings (%)**
N(-PK)	Leaves	5.22	164.9	11.0
	Branches and stems	5.03	28.2	1.9
	Roots	5.05	52.4	3.5
	Total	—	245.5	16.4
NPK	Leaves	5.30	191.4	12.8
	Branches and stems	4.96	28.4	1.9
	Roots	5.03	47.2	3.1
	Total	—	267.0	17.8

* Ammonium sulfate (6.84 ^{15}N excess %) as nitrogen fertilizer was applied.** These figures were calculated by the method of SHIBUYA *et al.* (1966).

The amount of applied nitrogen was 1.5 g per pot.

^{15}N 追跡法によると (表-3), クロマツ苗各部の平均 ^{15}N excess % は施用肥料の 6.84% に対して 4.96% (枝幹部) ~5.30% (葉部) となり, これまでの林木の苗木の結果(4, 5)よりも ^{15}N excess % の低下率が小さく, 肥料Nの存在割合が高かった。部位別の差異は小さいが, 葉部でやや高く, ついで根部, 枝幹部の順となり, 同化器官であり, 代謝も盛んな葉部に新しく吸収された肥料Nの存在割合がわずかではあるが大きいことがうかがわれた。

クロマツ苗が吸収したチッソ量のうち肥料Nに由来するチッソ量は ^{15}N 追跡法ではN区で 246 mg, NPK 区で 267 mg であったのに対し (表-4), 差引き法ではそれぞれ 196 mg, 232 mg であって (表-2), ^{15}N 法による値が 35~50 mg 多かった。したがって, 施用チッソの利用率は ^{15}N 法ではN区 16%, NPK 区 18% となり, 差引き法の値よりも 2~3% 高くなった。またクロマツ苗が吸収した肥料Nの各部への分布割合は葉部に 69%, 枝幹部に 11%, 根部に 20% で, クロマツ1年生苗が吸収した肥料Nは葉部に多く移行することが認められ, スギさし木苗の場合(4)と同様の結果が得られた。

一方, クロマツ苗が栽培期間中に吸収した土壌Nの量をチッソ欠除区についてみると, 無施肥(-NPK) 区 49.2 mg, PK 区 37.5 mg で約 40~50 mg のチッソを土壌から吸収している (表-2)。しかるにチッソ施用区では ^{15}N 追跡法によると N区 -0.6 mg, NPK 区 2.8 mg とほとんど土壌Nを吸収していない (表-4)。したがって, ここではクロマツ苗はチッソを施与しなければ土壌Nを吸収し, チッソを施与すれば土壌Nの吸収はほと

表-4. チッソ施与区のクロマツ苗各部における肥料N, 土壌Nの寄与率

Distribution of fertilizer-N and soil-N in *P. thunbergii* seedlings in N and NPK treatment

		A	B	C	D	E	F	G
N(-PK)	Leaves	216.1	48.2	167.9	164.9	3.0	98.2	1.8
	Branches and stems	38.4	18.8	19.6	28.2	-8.6	143.9	-43.9
	Roots	71.0	13.6	57.4	52.4	5.0	91.3	8.7
	Total	325.5	80.6	244.9	245.5	-0.6	100.2	-0.2
NPK	Leaves	247.0	48.2	198.8	191.4	7.4	96.3	3.7
	Branches and stems	39.2	18.8	20.4	28.4	-8.0	139.2	-39.2
	Roots	64.2	13.6	50.6	47.2	3.4	93.3	6.7
	Total	350.4	80.6	269.8	267.0	2.8	99.0	1.0

Note A: Nitrogen contents of seedlings at the end of the experiment (mg/pot). See table 2

B: Nitrogen contents of seedlings at the time of transplanting (mg/pot)

C: Amounts of nitrogen taken up by seedlings during the experimental period (mg/pot). A-B

D: Amounts of nitrogen taken from fertilizer-N (mg/pot). See table 3

E: Amounts of nitrogen taken from soil-N (mg/pot). C-D

F: Distribution of fertilizer-N in seedlings (%). D/C×100

G: Distribution of soil-N in seedlings (%). E/C×100

んどなく, 肥料Nだけを吸収したことになる。ただし本試験の栽培期間は4か月にすぎず, チッソ肥料を3回に分施したため, 栽培期間中は施用チッソが可給態として土壌中に潤沢に存在していたと考えられ, この栽培期間を延長すれば土壌Nの吸収, 土壌Nの寄与率は高まるものと推察される。

またこの栽培期間中においてクロマツ苗が吸収したチッソ量はほとんどが肥料Nに由来するものであったため, 肥料Nの寄与率は 99~100% ときわめて高くなった。とくに枝幹部では葉部, 根系部よりチッソの吸収量は少なかったが, 肥料Nに由来するチッソ量が栽培期間のチッソ増加量をオーバーし, 約140%の肥料Nの寄与率となった (表-4)。これは苗木の生長とともに枝幹における当年生葉の伸長・増加, 根系の伸長などによって, 枝幹に含まれていたチッソ成分が葉部, 根系部に転流したため枝幹部の栽培期間中のチッソ増加量が低下し, 肥料Nの寄与率が100%以上になったものと推測される。この点については追試を行なう予定である。

以上要約すると, 養分に乏しい土壌で, 硫酸をチッソ肥料として施し, 4か月間鉢栽培した場合にはクロマツ1年生苗のチッソ利用率は 16~18% 程度で, 三要素施肥区がチッソ単用区よりわずかではあるが高く, クロマツ苗が吸収した肥料Nの分布割合は葉部に高く, 肥料Nが土壌中に豊富に存在する場合には土壌Nのクロマツ苗による吸収が低下することなどが ^{15}N 追跡法によって明

らかにされた。

なお実際の床替床におけるクロマツ苗のチッソ利用率は培土、肥料の種類、施肥方法、苗木の年齢その他の環境、栽培条件に影響されると考えられるので、これらについての検討の積み重ねが必要と思われる。

引用文献

- (1) 青峰重範・原田登五郎：土壤肥料学実験ノート（第3版）. 9~29, 養賢堂, 東京, 1966
- (2) 北岸確三：肥料の利用率, 土壤肥料講座1（小西千賀三・高橋治助編）. 41~57, 朝倉書店, 東京, 1961

- (3) 西垣 晋・渋谷政夫：トレーサーとしての安定同位体の利用法, アイソトープ農業応用技術（三井進午編著）. 19~36, 地人書館, 東京, 1956
- (4) 野上寛五郎： ^{15}N 標識肥料による林木のチッソ利用率の検討（II） スギさし木苗（オビアカ）の施用チッソの利用率におよぼす草生の影響. 86 回日林講 184~186, 1975
- (5) 真田 勝：施肥窒素の行動に関する研究—トドマツ苗木に吸収された窒素の部位別, 年齢別分布—. 84 回日林講 256~257, 1973
- (6) 渋谷政夫・小山雄生：安定同位元素 ^{15}N の追跡実験法. 土肥誌 37: 153~159, 1966

（1975 年 6 月 19 日受理）

学会記事

○新評議員決まる

日本林学会会則および役員選出規定による次期（昭和51, 52年度）評議員選挙は去る1月31日で投票を締め切り, 2月3日, 栗屋仁志, 浜谷稔夫両会員立会いの下に開票した結果, 下記のとおりになった。有権者総数 2,275, 投票者数 1,080, 投票率 47.5%（北海道 46.6, 東北 43.1, 関東 51.4, 中部 45.6, 関西 44.0, 九州 48.3）。

北海道支部地区（4名）

小関隆祺, 高橋延清, 谷口信一, 武藤憲由

東北支部地区（4名）

千葉宗男, 中野 実, 船越昭治, 山谷孝一

関東支部地区（16名）

相場芳憲, 青島清雄, 浅川澄彦, 大友栄松, 柿沼 衛, 川名 明, 杉浦孝蔵, 塚本良則, 中野秀章, 難波宣士, 野々村豊, 蜂屋欣二, 松井光瑤, 安盛 博, 山内政人, 米林俵三

中部支部地区（6名）

浅田節夫, 岡田幸郎, 鈴木太七, 竹下純一郎, 橋本与良, 堀 高夫

関西支部地区（9名）

赤井竜男, 大隅真一, 黒鳥 忠, 四手井綱英, 堤 利夫, 中山哲之助, 半田良一, 前田千秋, 森下義郎

九州支部地区（5名）

大西 孝, 徳重陽山, 西沢正久, 宮島 寛, 三善政市
（五十音順）

○第291回編集委員会

と き：昭和51年1月10日

ところ：林業試験場造林部会議室

出席者：浅川委員長, 大里, 陶山, 只木, 中村, 南雲, 真宮, 三上, 山根の各委員, 福田, 森川両主事

議 事：1) 58巻3号掲載論文の決定

2) 論文審査者の決定

3) 事務局報告

4) 林学会大会準備状況について

5) その他