

肥料木の機能に関する研究 (XI)
肥料木の養分吸収および生長に及ぼす施肥の影響

中島 幸雄*・辻田 昭夫*・井門 義彦**

Studies on the Function of the "Fertilizer-trees" (XI)
Effect of manuring on the nutrient absorption and
the growth of some fertilizer-trees

Yukio NAKAJIMA, Akio TSUJITA and Yoshihiko IMON

Summary : In the former report,¹⁾ the authors informed the results of the N-lack manuring test about Yamahannoki (*Alnus hirsuta* TURCZ. var. *Sibirica* C.K.SCHN) and Ooba-Yashabushi (*A. Sieboldiana* MATSUM.) so-called "fertilizer-trees". To complement the former resurch a manuring test with 6 treatments which were manured with NPK, NP, PK, NK, N and non-fertilizer respectively, was put in practice about the same species as the former. In this test, $(^{15}\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ was used as N-fertilizer to explain the N-absorption of those species from the N-fertilizer applied. The results obtained are as follows:

1) Growth of seedlings, amount of root-nodules, concentration of N and P in leaves and amount of N and P absorbed by seedlings are increased evidently by manuring P. On the contrary, manuring N or K dose not have such a distinct effect.

2) Considerably high positive correlation is found between dry weight of seedling and concentration of N and P in leaves. K-concentration in leaves, however, dose not show such a close connection with dry weight of seedling.

3) ^{15}N absorption-coefficients (ratio of absorbed ^{15}N to manured ^{15}N) in leaves are fairly small (4~19%), and ratios of absorbed ^{15}N to the wholl N contained in leaves are also extremely small (5~18%).

From the results of this experiment, it may be permitted to assume that in case of the "fertilizer-trees", they owe the greater part of nitrogen absorption to their root-nodules and owe little to the N-fertilizer applied. The growth of the "fertilizer-trees" is found to be greatly affected by nitrogen adsorption like the other common species. Therefore, on the occasion of manuring to the "fertilizer-trees", it seems most important to attempt to increase the growth and the activity of root-nodules. For this purpose, manuring P may be most effective and manuring N or K has scarcely any effect.

要 旨 ヤマハンノキとオオバヤシャブシについて、きわめて養分に乏しい花崗岩風化土壌を用いて、ポットによ

* 造林学研究室 Laboratory of Silviculture

** 附属演習林 University Forest

る施肥試験を行ない、肥料木による養分吸収と生長に及ぼす施肥の影響をしらべた。特に本実験においては、施用肥料中からのN吸収を明らかにするため、N源として¹⁵N硫酸を用いて実験した。

生長に及ぼす施肥効果は、NPK区・NP区・PK区においては明らかに認められ、この3処理区の間有意差は認められない。これに対して、NK区・N区の生長は無施肥区と変わらず、施肥の効果は全く認められない。すなわち、本試験においては、生長に対してはPの施用が有効であり、NおよびKの施用は効果が認められなかった。

根粒の着生量も、Pの施用により明らかに増大するが、NおよびKの施用効果は認められず、オオバヤシヤブシの場合にはむしろ抑制する傾向がみられた。

葉中のN・Pの濃度、苗木のN・Pの吸収量も、Pの施用により明らかに増大するが、NおよびKの施用には効果が認められない。総乾物重と葉中のN濃度・P濃度との間には、高い正の相関関係が認められるが、K濃度との間には一定の関連が認められない。

葉における施肥Nの吸収率は、4～19%で、Pを含む施肥区でや、多く、Kを含む施肥区でや、少ない値を示した。また、全吸収N中に占める肥料中から吸収した¹⁵Nの割合は、きわめて小さく、N単肥区で15～18%、他の区では5～12%であった。

以上のことから、肥料木においてもその生長にはNが大きく関与するが、Nを施肥しても肥料中からの吸収は少なく、生長を高める効果がない。これに対して、Pの施肥は根粒の着生およびそのN固定機能を増進し、肥料木のN吸収を高め、その結果が生長の増大となって現われるものと思われる。K施肥にはこのような効果はなく、また、N施肥はかえって根粒の着生を抑制する傾向がみられる。

結 言

筆者らはさきに、ヤマハンノキとオオバヤシヤブシについて、NPK区・PK区・無施肥区の3処理区を設けてN欠乏施肥試験を行なった結果、NPK区・PK区が、その生長、根粒の着生、Nの吸収において同様の効果を示すことを認め、これら肥料木に対しては、N施用の効果は殆んどなく、PK施用の効果が大きいことを報告した。¹⁾ただし、PとKのいずれが有効なのかは、その実験によっては明らかにすることができなかった。本試験は、この点を明確にするとともに、肥料木の養分吸収ならびに生長に及ぼす施肥の影響を、更に詳しくしらべるため、上記3処理にNP区・NK区・N区の3処理区を加えて6処理とし、ヤマハンノキとオオバヤシヤブシの1年生苗を用いて、1生育期間のポット試験を行なったものである。また、本試験においては、N肥料として¹⁵N硫酸を用い、肥料中からのN吸収の模様をしらべて肥料木の特性を明らかにし、肥料木に対する施肥方法の検討に資せんとしたものである。

試 験 方 法

供試樹種は、前報と同様ヤマハンノキとオオバヤシヤブシの2樹種で、前年山砂に箱まき、無肥料で育苗した1年生小苗を用いた。苗長が小さいため、植付けにあたって幹を切断せず、展開葉はすべて摘み取って用いた。

a/2000のワグネルポットに、養分のきわめて乏しい新鮮な花崗岩風化土壌約20kgを充填して、各ポット3本ずつ植付け、つぎの6処理、3反復で試験を行なった。

Table 1 Amount of fertilizer and nutrient contained (g/ pot)

Treatment	(NH ₄) ₂ SO ₄	CaH(PO ₄) ₂	K ₂ SO ₄	N		P ₂ O ₅		K ₂ O		Note
				1st.	2nd.	1st.	2nd.	1st.	2nd.	
NPK	4.8	5.9	2.0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	Date of fertilization 1st. : Jun.1, 1977 2nd. : Aug. 29, 1977
NP	4.8	5.9	—	0.5	0.5	0.5	0.5	—	—	
NK	4.8	—	2.0	0.5	0.5	—	—	0.5	0.5	
N	4.8	—	—	0.5	0.5	—	—	—	—	
PK	—	5.9	2.0	—	—	0.5	0.5	0.5	0.5	
Cont.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

植付けは、52年4月14日で、植付時の供試苗の苗長、根元径はTable 2に併記した。

施肥は、各要素とも1ポット当り1gとし、7月1日と8月29日の2回に分けて、それぞれ半量ずつを与えた。なお、N肥料には、施用肥料中からのN吸収の様様をみるため、 ^{15}N 硫酸 (^{15}N 6.764excess%) を用いた。

生長経過をみるため、植栽後およそ10日目毎に、全供試苗について苗長、根元径を測定した。

オオバヤシヤブシについては11月1日。ヤマハンノキは、乾燥による萎凋の兆候が数ポットに現われたので、10月5日に掘取り、苗長、根元径、葉・幹枝・根の生重量、根粒数、根粒重ならびに葉数を測定し、風乾後分析に供した。

なお、分析方法は、全Nはケルダール法、 ^{15}N 分析は全Nを定量した後、溶液を1~2 mgN/mlに濃縮して分析試料とし依頼分析によった。 P_2O_5 は光电比色計、 K_2O は炎光光度計、 CaO および MgO はEDTA法²⁾ によった。

試験結果ならびに考察

1. 生長経過

全供試苗について、苗長および根元径を定期的に測定した結果から、各処理9本の平均値をもって、上長生長曲線を描けば、Fig. 1のようになる。

上長生長に対する施肥の影響は、ヤマハンノキにおいては施肥後すぐに、オオバヤシヤブシにおいてはややおくれられて現われ、両樹種ともNPK区・NP区・KP区の生長が他の3区に比べて大きく、P施肥の効果がうかがわれる。これに対して、Pを含まないNK区・N区の生長は、対照区と殆んど変わらず、オオバヤシヤブシのN区は、むしろ対照区よりも劣るようみられる。両樹種とも7月中旬に生長のピークがあり、その後一たん生長が衰え、8月

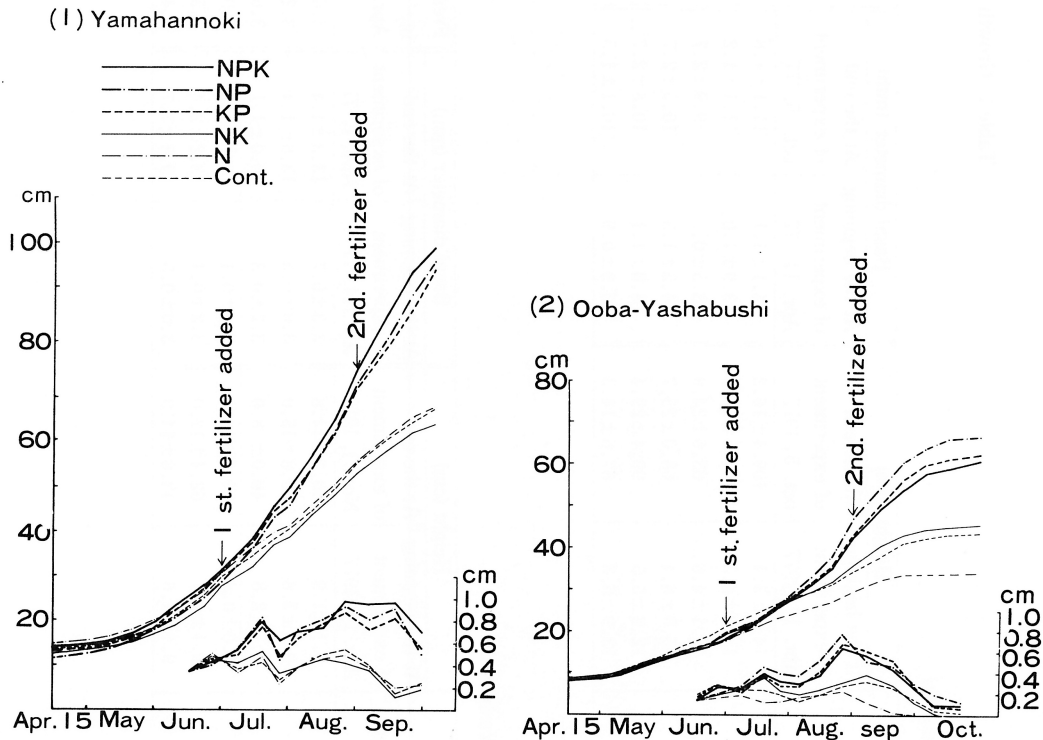


Fig.1 Height growth of seedlings

Table 2 Growth of seedlings

(1) Yamahannoki

Treatment	Height (cm)		Basal diameter (mm)		Fresh wt. (g/1 seedling)	Fresh weight (g/1 seedling)			T-R ratio	Number of leaves (par 1 seedling) oct. 5, '77	
	At the beginning of experiment Apr. 14, 1977	At the end of experiment oct. 5, 1977	At the beginning of experiment Apr. 14, '77	At the end of experiment oct. 5, '77		Total weight	Leaves	Stem and Branch			Root
NPK	14.5±3.4	109.4±16.2	4.1±1.1	11.1±1.8	8.01±5.40	180.21±72.12	71.89	48.83	59.49	2.03	163±45
NP	11.2±6.3	101.5±18.0	3.9±1.0	11.1±1.2	5.72±3.09	159.59±37.41	70.15	39.21	50.23	2.18	170±45
NK	12.1±4.6	63.6±24.9	3.5±0.7	9.9±2.7	4.72±2.26	128.61±92.22	42.77	25.96	59.88	1.15	118±64
N	15.0±6.4	68.0±25.7	4.5±1.3	10.5±2.7	8.82±4.36	128.48±83.92	41.96	27.37	59.15	1.17	105±42
PK	12.8±5.5	99.4±29.4	4.0±1.1	10.8±2.7	6.74±3.93	175.58±93.44	65.68	46.28	63.62	1.76	151±64
Cont.	13.9±6.3	67.6±14.3	3.9±0.9	10.1±1.5	5.64±2.60	123.52±43.05	40.40	24.38	58.74	1.10	103±30

(2) Ooba-Yashabushi

Treatment	Height (cm)		Basal diameter (mm)		Fresh wt. (g/1 seedling) Apr. 14, '77	Fresh weight (g/1 seedling)			T-R ratio	Number of leaves (par 1 seedling) Nov. 1 '77	
	At the beginning of experiment Apr. 14, 1977	At the end of experiment Nov. 1, 1977	At the beginning of experiment Apr. 14, '77	At the end of experiment Nov. 1, '77		Total weight	Leaves	Stem and Branch			Root
NPK	9.1±1.9	60.7±14.8	3.3±0.7	13.3±1.4	3.63±1.15	193.53±40.41	79.26	41.98	72.29	1.68	110±31
NP	9.8±2.8	66.8±15.0	3.0±0.3	13.6±1.4	3.27±0.78	180.03±56.32	69.99	38.90	71.14	1.53	100±30
NK	9.7±2.8	46.0±8.0	3.2±0.3	10.0±1.1	3.60±0.92	99.14±17.31	37.48	17.38	44.28	1.24	73±15
N	9.0±0.8	34.4±13.4	3.4±0.4	9.1±1.2	4.02±0.78	87.53±34.54	30.69	12.91	43.93	0.99	60±25
PK	9.1±2.1	62.4±12.0	3.2±0.4	13.2±2.4	3.57±1.41	180.74±70.99	71.89	39.91	68.94	1.62	99±31
Cont.	9.4±1.6	43.6±14.9	3.0±0.5	9.8±1.7	3.45±1.36	82.37±28.13	30.75	14.84	36.78	1.24	65±18

に入ってから再び生長が盛んとなり、8月下旬にピークに達し、次第に生長が衰える。第2回施肥は時期がおくれたため、上長生長に対する効果は認められなかった。

根元径については、各測定値が小さく、苗長のように顕著な差が見出されなかった。

2. 施肥の生長に及ぼす影響

植付時の苗長・根元径、掘取時の苗長・根元径・各部位別生重量・葉数・TR率について、各処理3反復の平均値をTable 2に示した。また、掘取時のこれら測定値について、分散分析、t検定を行なって、各処理間の有意差を検定した結果をTable 3に示した。

これによれば、掘取時の苗長・生重量・葉数は、両樹種とも、NPK区・NP区・PK区の3区は、他の3区—NK区・N区・Cont.区—の値より明らかに大きい。この3区の間には有意差が認められない。また、NK区・N区・Cont.区の3区の間にも有意差は認められない。

植付時の苗木の大きさについては、Table 2に記載したが、この苗重について分散分析すると、両樹種とも反復に有意差が認められるが、処理区には認められない。また、第1回施肥直前の苗長についても、両樹種とも処理区には有意差は認められなかった。したがって、上述の掘取時のそれぞれの生長量の差は、処理のちがいが、すなわち施肥方法のちがいがよるものと考えられる。

根元径は、測定値が小さく、オオバヤシヤブシについては、苗長等と全く同様の結果であったが、ヤマハンノキについては、同じような傾向を示しているが、有意差は認められなかった。

以上のように、施肥の生長に及ぼす効果は、Pを含むNPK区・NP区・PK区においては明らかに認められるが、Pを含まないNK区・N区では無施肥区と変わらず、施肥の効果は全く認められない。また、Pを含む3区—NPK区・NP区・PK区—の間には有意差が認められないことは、これら各区においてP以外の共存する施肥要素—NK・N・K—の影響が同様であることを示している。

本試験では、供試苗木の本数の関係上、P単肥区を設けなかったため、これら共存施肥要素の影響について明らかにすることができないが、NK区・N区で施肥効果が全く認められなかったこと、また、筆者らがさきに行なった肥料木に対するNとPの施用量を段階的に変えて行なった試験の結果³⁾などよりみて、本試験においては、共

Table 3 Test of significance of each growth

	(1)Yamahannoki				(2)Ooba-Yashabushi			
	Height	Basal D.	Weight	Number of leaves	Height	Basal D.	Weight	Number of leaves
NPK-NP	—	—	—	—	—	—	—	—
-NK	※※※	—	※※※	※	※※	※※※	※※※	※※
-N	※※※	—	※※※	※※	※※※	※※※	※※※	※※※
-PK	—	—	—	—	—	—	—	—
-Cont.	※※※	—	※※※	※※	※※※	※※※	※※※	※※※
NP	※※※	—	※※	※	※※※	※※※	※※※	※※
-N	※※※	—	※※	※※	※※※	※※※	※※※	※※
-PK	—	—	—	—	—	—	—	—
-Cont.	※※※	—	※※※	※※	※※※	※※※	※※※	※※
NK	—	—	—	—	—	—	—	—
-PK	※※※	—	※※※	—	※※	※※※	※※※	※
-Cont.	—	—	—	—	—	—	—	—
N	—	—	—	—	—	—	—	—
-PK	※※※	—	※※※	※	※※※	※※※	※※※	※※
-Cont.	—	—	—	—	—	—	—	—
PK	—	—	—	—	—	—	—	—
-Cont.	※※※	—	※※※	※	※※※	※※※	※※※	※※

※ Significance of 5% level,

※※ 1% level, ※※※0.1% level

存施肥要素の影響は殆んどなく、施肥効果はもっぱらP施用の効果であると思われる。Nについては、N単肥およびNK施肥の場合は全く効果が認められず、Pと併用した場合にのみ効果が認められるが、これは上述のようにP施用の効果とみるべきであろう。Kについても同様である。このように、本試験においては、生長に及ぼす施肥の影響は、両樹種ともPの効果が著しく、N・Kの施用は効果が無いといえよう。

3. 施肥の根粒形成に及ぼす影響

施肥と根粒形成との関係を見るため、掘取時に全供試苗について、根粒を丁寧にもぎとり、単粒にして水洗し、熱風乾燥した。これを処理区別に1ポット当り乾物重でみるとTable 4のとおりで、これについて分散分析すると、両樹種とも処理区に有意差(P<0.001%)が認められる。ついで、t検定を行なって各処理間の有意差を検定するとTable 5のようである。

Table 4 Dry weight of root-nodules in each pot (g/pot)

Treatment	Yamahannoki				Ooba-Yashabushi			
	I	II	III	Total	I	II	III	Total
NPK	3.59	2.78	3.12	9.49	4.53	5.64	4.41	14.58
NP	2.38	3.51	2.58	8.47	4.12	4.45	3.99	12.56
NK	1.86	1.56	1.43	4.85	2.34	2.68	2.02	7.04
N	1.90	1.73	1.98	5.61	1.75	2.04	0.97	4.76
PK	3.35	3.90	3.08	10.33	5.10	6.21	5.40	16.71
Cont.	2.21	1.64	1.55	5.40	3.27	4.15	2.06	9.48
Total	15.29	15.12	13.74	44.15	21.11	25.17	18.85	65.13

Table 5 Test of significance of root-nodules

	Yamahannoki						Ooba-Yashabushi					
	NPK	NP	PK	NK	N	Cont.	NPK	NP	PK	NK	N	Cont.
NPK	-	-	+++	++	++	-	-	-	+++	+++	+++	+++
NP		-	++	+	++			++	+++	+++	++	++
PK			+++	+++	+++				+++	+++	+++	+++
NK				-	-					+	+	
N					-						+++	
Cont.												

+ Significance of 5% level, ++1% level, +++0.1% level

これをみると、根粒の着生量はヤマハンノキでは、NPK区・NP区・PK区の3区は他のNK区・N区・Cont.区より明らかに大きく、また、Pを共存する処理間、あるいはPを共存しない処理間では有意差が認められない。オオバヤシヤブシでも同様に、Pを含む3区は、Pを含まない3区より明らかに大きい。このPを含まない3区を比較してみると、N区とNK区はCont.区にくらべて小さく現われ、その差は5%~0.1%レベルで有意であった。また、N区の着生量はNK区より少ない。

これらの結果からすると、Pの施用は明らかに根粒形成を促進させるが、NまたはKの効果は認められず、むしろオオバヤシヤブシにみられるように、根粒形成を抑制する傾向がうかがわれる。

ついで、この根粒着生量と生長量との関係を見るため、両樹種の根粒着生量と総乾物重との関係を図示するとFig. 2のとおりで、両樹種とも総乾物重は、根粒着生量の増加にともなって増大するという、高い正の相関— $r = 0.828 \sim 0.859$ (P<0.001%)—が認められた。

Table 6 Composition in each part of the seedlings (% dry subst.)

(1)Yamahannoki

Part	Treatment	N(%)	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O(%)	CaO(%)	MgO(%)	SiO ₂ (%)	Ash(%)
Leaves	NPK	2.79 (152)	0.52 (325)	0.84 (105)	1.43 (105)	0.61 (102)	1.22	7.04
	NP	2.68 (146)	0.51 (319)	0.71 (89)	1.45 (107)	0.69 (115)	1.33	6.68
	NK	1.90 (103)	0.16 (100)	0.92 (115)	1.26 (93)	0.68 (113)	0.95	6.19
	N	1.86 (101)	0.15 (94)	0.82 (103)	1.41 (104)	0.62 (103)	1.09	6.52
	PK	2.71 (147)	0.46 (288)	0.78 (98)	1.39 (102)	0.62 (103)	1.13	6.66
	Cont.	1.84 (100)	0.16 (100)	0.80 (100)	1.36 (100)	0.60 (100)	0.92	5.82
Stem and Branch	NPK	0.91 (120)	0.37 (411)	0.45 (180)	0.99 (88)	0.22 (110)	0.08	3.52
	NP	0.92 (121)	0.35 (389)	0.33 (132)	1.00 (88)	0.26 (130)	0.08	3.39
	NK	0.77 (101)	0.09 (100)	0.26 (104)	1.13 (100)	0.21 (105)	0.13	3.19
	N	0.80 (105)	0.09 (100)	0.27 (108)	1.11 (98)	0.19 (95)	0.09	3.11
	PK	0.88 (116)	0.31 (344)	0.36 (144)	1.02 (90)	0.21 (105)	0.08	3.32
	Cont.	0.76 (100)	0.09 (100)	0.25 (100)	1.13 (100)	0.20 (100)	0.07	3.22
Root	NPK	1.20 (120)	0.27 (245)	0.43 (143)	1.19 (110)	0.30 (115)	3.56	8.33
	NP	1.29 (129)	0.29 (264)	0.30 (100)	1.13 (105)	0.28 (108)	4.63	8.43
	NK	1.04 (104)	0.11 (100)	0.30 (100)	1.10 (102)	0.23 (88)	4.17	8.28
	N	1.06 (106)	0.10 (91)	0.26 (87)	1.13 (105)	0.25 (96)	3.43	7.40
	PK	1.08 (108)	0.22 (200)	0.35 (117)	1.12 (104)	0.27 (104)	4.20	9.07
	Cont.	1.00 (100)	0.11 (100)	0.30 (100)	1.08 (100)	0.26 (100)	4.80	9.06

(2)Ooba-Yashabushi

Part	Treatment	N(%)	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O(%)	CaO(%)	MgO(%)	SiO ₂ (%)	Ash(%)
Leaves	NPK	2.42 (156)	0.37 (285)	1.01 (144)	1.37 (118)	0.63 (107)	1.53	6.87
	NP	2.41 (155)	0.39 (300)	0.59 (84)	1.40 (121)	0.66 (112)	1.54	6.76
	NK	1.59 (103)	0.12 (92)	0.86 (123)	1.26 (109)	0.60 (102)	0.95	5.35
	N	1.59 (103)	0.13 (100)	0.75 (107)	1.15 (99)	0.68 (115)	1.01	5.95
	PK	2.37 (153)	0.34 (262)	0.79 (113)	1.44 (124)	0.65 (110)	1.41	6.79
	Cont.	1.55 (100)	0.13 (100)	0.70 (100)	1.16 (100)	0.59 (100)	1.04	5.63
Stem and Branch	NPK	1.15 (125)	0.27 (270)	0.34 (117)	0.80 (92)	0.29 (104)	0.07	2.83
	NP	1.12 (122)	0.28 (280)	0.30 (103)	0.81 (93)	0.29 (104)	0.06	2.79
	NK	0.89 (97)	0.08 (80)	0.28 (97)	0.85 (98)	0.27 (96)	0.08	2.71
	N	1.01 (110)	0.15 (150)	0.30 (103)	0.93 (107)	0.30 (107)	0.10	3.07
	PK	1.08 (117)	0.23 (230)	0.32 (110)	0.97 (111)	0.27 (96)	0.05	3.06
	Cont.	0.92 (100)	0.10 (100)	0.29 (100)	0.87 (100)	0.28 (100)	0.09	2.71
Root	NPK	1.27 (126)	0.31 (258)	0.42 (140)	0.71 (95)	0.25 (93)	2.21	5.88
	NP	1.36 (135)	0.36 (300)	0.37 (123)	0.68 (91)	0.30 (111)	2.54	6.31
	NK	1.05 (104)	0.09 (75)	0.31 (103)	0.75 (100)	0.26 (96)	3.21	6.49
	N	1.12 (111)	0.11 (92)	0.32 (107)	0.74 (99)	0.26 (96)	3.47	6.83
	PK	1.23 (122)	0.27 (225)	0.36 (120)	0.70 (93)	0.28 (104)	2.87	6.36
	Cont.	1.01 (100)	0.12 (100)	0.30 (100)	0.75 (100)	0.27 (100)	2.86	6.15

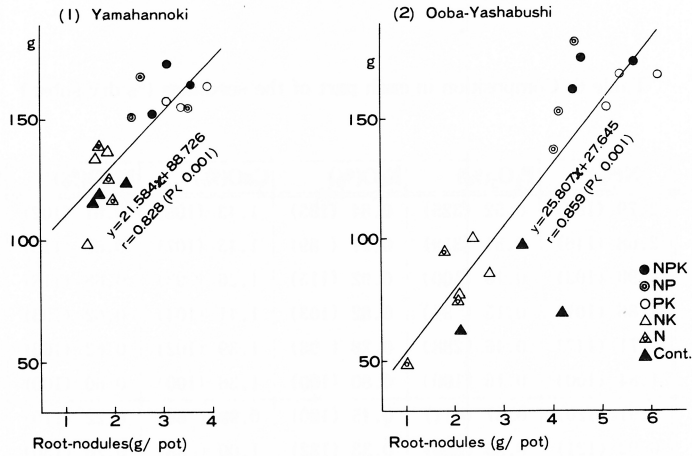


Fig.2 Relation between the root-nodules and total dry weight

4. 施肥の養分吸収に及ぼす影響

施肥と苗木の養分吸収との関係を見るため、掘取苗について、葉・幹枝・根の3部位に分けて養分分析を行い、各種養分の含有率および含有量をしらべた。この場合、試料の都合で各鉢3本を1つに併せて分析試料とした。

部位別養分含有率を、各処理3ポットの平均値をもって示せばTable 6のとおりである。これらのうち、N・P₂O₅・K₂Oの3成分について、分散分析およびt検定を行なって、各部位、各成分毎に、処理間の有意差を検定した結果を一覧表にしたものがTable 7である。

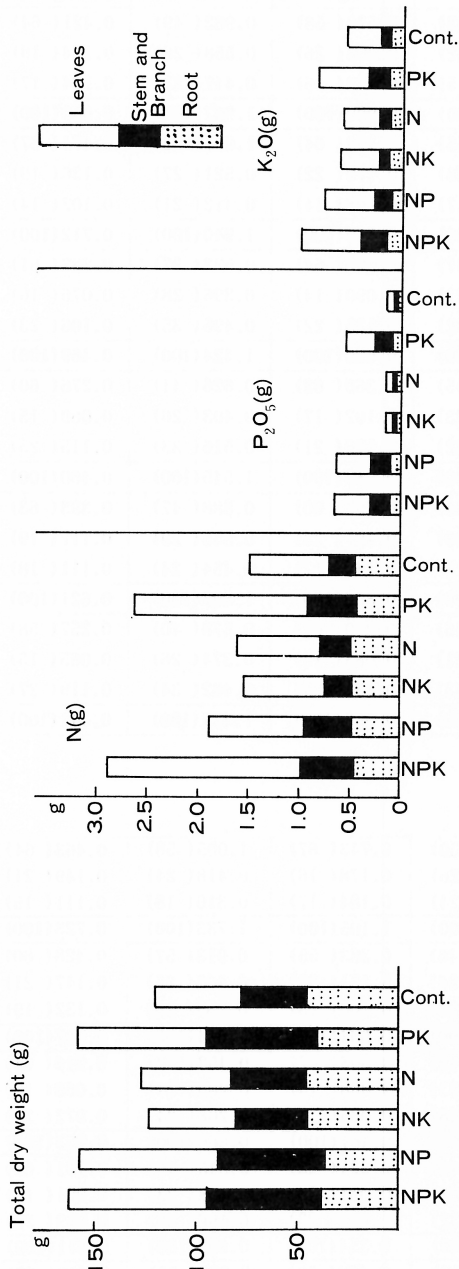
Table 7 Test of significance of each elements

(1) Yamahannoki									
	Leaves			Stem and Branch			Root		
	N(%)	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O(%)	N(%)	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O(%)	N(%)	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O(%)
NPK-NP	-	-	*	-	-	**	**	-	**
-NK	**	**	-	-	**	**	**	**	**
-N	**	**	-	-	**	**	**	**	**
-PK	-	**	-	-	**	*	**	-	**
-Cont.	**	**	-	-	**	**	**	**	**
NP	**	**	*	-	**	**	**	**	-
-NK	**	**	-	-	**	*	**	**	-
-N	**	**	-	-	**	*	**	**	-
-PK	-	**	-	-	*	-	**	**	-
-Cont.	**	**	-	-	**	*	**	**	-
NK	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-N	**	**	*	-	**	**	-	**	-
-PK	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-Cont.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
N	**	**	-	-	**	*	-	**	**
-PK	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-Cont.	**	**	-	-	**	*	**	**	-
PK	**	**	-	-	**	**	*	**	-

(2) Ooba-Yashabushi									
	Leaves			Stem and Branch			Root		
	N(%)	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O(%)	N(%)	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O(%)	N(%)	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O(%)
NPK-NP	-	-	**	-	-	*	**	-	*
-NK	**	**	-	**	**	**	**	**	**
-N	**	**	*	*	**	*	**	**	**
-PK	-	-	*	-	-	-	-	-	**
-Cont.	**	**	**	**	**	**	**	**	**
NP	**	**	*	**	**	-	**	**	**
-NK	**	**	-	**	**	-	**	**	*
-N	**	**	*	*	**	-	**	**	-
-PK	-	-	*	-	-	-	*	**	-
-Cont.	**	**	-	**	**	-	**	**	**
NK	-	-	-	*	*	-	-	-	-
-N	**	**	*	**	**	*	**	**	-
-PK	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-Cont.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
N	**	**	-	-	**	-	-	**	*
-PK	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-Cont.	**	**	-	**	**	-	**	**	**
PK	**	**	-	*	**	-	**	**	**

*Significance of 5% level, **1% level, ***0.1% level,

(1) Yamahannoki



(2) Ooba-Yashabushi

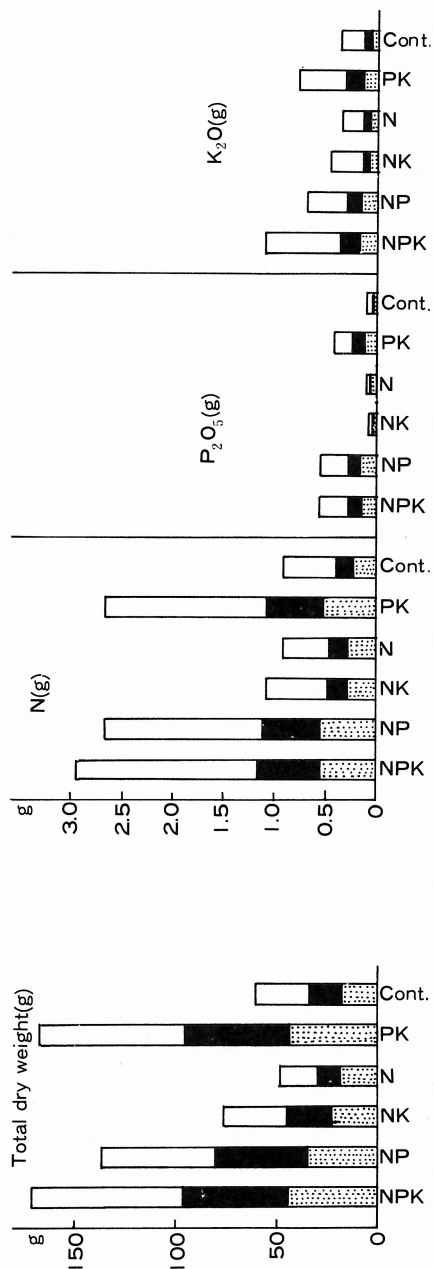


Fig.3 Dry weight and distribution of nutrients in each part of the seedlings (g per pot)

Table 8 Weight of dry matter and nutrients in each part of the seedlings (g/pot)

(1)Yamahannoki

Treatment	Part	Dry matter (g)	N (g)	P ₂ O ₅ (g)	K ₂ O (g)	CaO (g)	MgO (g)
NPK	Leaves	68.9 (42)	1.923(66)	0.356(53)	0.578(58)	0.982(49)	0.421(64)
	Stem and Branch	56.1 (34)	0.513(18)	0.210(32)	0.253(26)	0.558(28)	0.124(19)
	Root	38.0 (24)	0.456(16)	0.101(15)	0.159(16)	0.447(23)	0.114(17)
	Total	163.0 (100)	2.892(100)	0.667(100)	0.990(100)	1.987(100)	0.659(100)
NP	Leaves	68.8 (44)	1.843(66)	0.353(55)	0.492(64)	1.007(52)	0.474(67)
	Stem and Branch	52.0 (33)	0.478(17)	0.180(28)	0.170(22)	0.521(27)	0.136(19)
	Root	36.6 (23)	0.472(17)	0.107(17)	0.108(14)	0.412(21)	0.102(14)
	Total	157.4 (100)	2.793(100)	0.640(100)	0.770(100)	1.940(100)	0.712(100)
NK	Leaves	42.8 (35)	0.807(52)	0.070(47)	0.395(64)	0.533(37)	0.287(61)
	Stem and Branch	35.5 (29)	0.274(18)	0.032(21)	0.090(14)	0.396(28)	0.076(16)
	Root	45.1 (36)	0.471(30)	0.048(32)	0.135(22)	0.495(35)	0.106(23)
	Total	123.4 (100)	1.552(100)	0.150(100)	0.620(100)	1.424(100)	0.469(100)
N	Leaves	44.5 (35)	0.826(52)	0.067(45)	0.360(62)	0.626(41)	0.276(60)
	Stem and Branch	36.7 (29)	0.294(18)	0.035(23)	0.102(17)	0.403(26)	0.069(15)
	Root	45.8 (36)	0.485(30)	0.047(32)	0.120(21)	0.516(33)	0.115(25)
	Total	127.0 (100)	1.605(100)	0.149(100)	0.582(100)	1.545(100)	0.460(100)
PK	Leaves	63.6 (40)	1.721(65)	0.294(54)	0.499(60)	0.888(47)	0.393(63)
	Stem and Branch	54.2 (34)	0.479(18)	0.166(30)	0.197(23)	0.555(29)	0.117(19)
	Root	40.5 (26)	0.437(17)	0.090(16)	0.140(17)	0.454(24)	0.111(18)
	Total	158.3 (100)	2.637(100)	0.550(100)	0.836(100)	1.897(100)	0.621(100)
Cont.	Leaves	42.5 (35)	0.784(53)	0.068(46)	0.339(61)	0.578(40)	0.257(58)
	Stem and Branch	32.9 (27)	0.251(17)	0.031(21)	0.083(15)	0.374(26)	0.065(15)
	Root	45.0 (38)	0.448(30)	0.048(33)	0.133(24)	0.482(34)	0.119(27)
	Total	120.4 (100)	1.483(100)	0.147(100)	0.555(100)	1.434(100)	0.441(100)

(2)Ooba-Yashabushi

NPK	Leaves	73.4 (43)	1.779(61)	0.272(50)	0.743(67)	1.005(58)	0.463(64)
	Stem and Branch	52.3 (31)	0.603(20)	0.141(26)	0.178(16)	0.418(24)	0.149(21)
	Root	43.9 (26)	0.558(19)	0.134(24)	0.184(17)	0.310(18)	0.111(15)
	Total	169.6 (100)	2.940(100)	0.547(100)	1.105(100)	1.733(100)	0.723(100)
NP	Leaves	64.6 (41)	1.559(58)	0.252(46)	0.383(55)	0.913(57)	0.428(60)
	Stem and Branch	49.8 (32)	0.558(21)	0.139(26)	0.151(22)	0.402(25)	0.147(21)
	Root	42.5 (27)	0.570(21)	0.150(28)	0.160(23)	0.289(18)	0.132(19)
	Total	156.9 (100)	2.687(100)	0.541(100)	0.694(100)	1.604(100)	0.707(100)
NK	Leaves	36.0 (41)	0.569(53)	0.043(49)	0.308(67)	0.452(52)	0.216(61)
	Stem and Branch	24.2 (28)	0.216(20)	0.020(23)	0.068(15)	0.206(24)	0.065(18)
	Root	27.5 (31)	0.287(27)	0.025(28)	0.085(18)	0.208(24)	0.072(21)
	Total	87.7 (100)	1.072(100)	0.088(100)	0.461(100)	0.866(100)	0.353(100)
N	Leaves	29.6 (41)	0.470(50)	0.038(40)	0.221(63)	0.345(49)	0.191(62)
	Stem and Branch	17.1 (23)	0.172(19)	0.027(28)	0.051(14)	0.158(23)	0.051(16)
	Root	26.2 (36)	0.293(31)	0.030(32)	0.082(23)	0.196(28)	0.069(22)
	Total	72.9 (100)	0.935(100)	0.095(100)	0.354(100)	0.699(100)	0.311(100)
PK	Leaves	68.3 (42)	1.618(60)	0.230(50)	0.462(59)	0.980(55)	0.446(63)
	Stem and Branch	51.3 (32)	0.556(21)	0.116(25)	0.163(21)	0.498(28)	0.139(20)
	Root	42.9 (26)	0.525(19)	0.113(25)	0.156(20)	0.301(17)	0.122(17)
	Total	162.5 (100)	2.699(100)	0.459(100)	0.781(100)	1.779(100)	0.707(100)
Cont.	Leaves	34.5 (45)	0.533(57)	0.046(50)	0.241(66)	0.398(54)	0.202(64)
	Stem and Branch	19.7 (26)	0.180(19)	0.020(21)	0.058(16)	0.168(23)	0.056(18)
	Root	21.9 (29)	0.221(24)	0.027(29)	0.065(18)	0.167(23)	0.059(18)
	Total	76.1 (100)	0.934(100)	0.093(100)	0.364(100)	0.733(100)	0.317(100)

Fertilized efficiency index (%)					
Dry matter	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
162	245	524	171	170	164
171	204	677	305	149	191
84	102	210	120	93	96
135	195	454	178	139	149
162	235	519	145	174	184
158	190	581	205	139	209
81	105	223	81	85	86
131	188	435	139	135	161
101	103	103	117	92	112
108	109	103	108	106	117
100	105	100	102	103	89
102	105	102	112	99	106
105	105	99	106	108	107
112	117	113	123	108	106
102	108	98	90	107	97
105	108	101	105	108	104
150	220	432	147	154	153
165	191	536	237	148	180
90	98	188	105	94	93
131	178	374	151	132	141
100	100	100	100	100	100
100	100	100	100	100	100
100	100	100	100	100	100
100	100	100	100	100	100

213	334	591	308	253	229
265	335	705	307	249	276
200	253	496	283	186	188
223	315	588	304	236	228
187	293	548	159	229	212
253	310	695	260	239	263
194	258	556	246	173	224
206	288	582	191	219	223
104	107	94	128	114	107
123	120	100	117	123	116
126	130	93	131	125	122
115	115	95	127	118	111
86	88	83	92	87	95
87	96	135	88	94	91
120	133	111	126	117	117
96	100	102	97	95	98
198	304	500	192	246	221
260	309	580	191	296	248
196	238	419	240	180	207
214	289	494	215	243	223
100	100	100	100	100	100
100	100	100	100	100	100
100	100	100	100	100	100
100	100	100	100	100	100

この含有率と、それぞれの乾物重量より、各成分の部位別含有量および総量を求め、各処理3ポットの平均値をもって示せばTable 8 のようであり、これを図示したものがFig. 3である。これらのうち、全乾物重およびN・P₂O₅・K₂Oの苗木体に含まれる総量について、各処理間の有意差の検定をした結果を一覧表にしたものが、Table 9である。

まず、苗木の生育に最も関係が深いと思われるNについて、含有率が最も高く、また植物体の栄養状態をよく示すとされる葉における含有率について検討する。Table 7は繁雑なので、このうち葉のN含有率に関する部分のみを抜き出して書き直すとTable 10のようになる。

この関係は、両樹種とも全く同じである。この表およびTable 6から明らかのように、両樹種とも葉のN含有率は、NPK区・NP区・PK区の3区は、NK区・N区・Cont.区より明らかに高く、しかも3区の間には有意差が認められない。また、含有率の低いNK区・N区・Cont.区の3区の間にも有意差が認められない。この結果は、前述の施肥と生長との関係の場合と全く同様である。すなわち、本実験においては、葉のN含有率は、NまたはKの共存とは殆んど無関係に、Pの施用によって高まるが、NまたはKの施用には、葉のN含有率を高める効果が認められない。幹枝および根においては、葉におけるほど顕著ではないが同様の傾向を示している。このように、Pの施用はNの吸収を促進する効果があるが、Nの施用は効果がないように見える。この関係を量的に明らかにするために、苗木体の含有する総N量について、

Table 9により、各処理間の有意差をみると、ヤマハノキ、オオバヤシヤブシとも、Table 11となり、N含有率と全く同じ結果が得られる。

Table 9 Test of significance of dry weight and nutrients in seedlings

	Yamahannoki				Ooba-Yashabushi			
	Dry weight (g)	N (g)	P ₂ O ₅ (g)	K ₂ O (g)	Dry weight (g)	N (g)	P ₂ O ₅ (g)	K ₂ O (g)
NPK-NP	—	—	—	※※	—	—	—	※※※
-NK	※※	※※※	※※※	※※※	※※※	※※※	※※※	※※※
-N	※※	※※※	※※※	※※※	※※※	※※※	※※※	※※※
-PK	—	—	※※※	※※	—	—	※※	※※※
-Cont.	※※	※※※	※※※	※※※	※※※	※※※	※※※	※※※
NP -NK	※※	※※※	※※※	※※	※※※	※※※	※※※	※※
-N	※	※※※	※※※	※※	※※※	※※※	※※※	※※※
-PK	—	—	※※※	—	—	—	※	—
-Cont.	※※	※※※	※※※	※※	※※※	※※※	※※※	※※※
NK -N	—	—	—	—	—	—	—	—
-PK	※※	※※※	※※※	※※	※※※	※※※	※※※	※※※
-Cont.	—	—	—	—	—	—	—	—
N -PK	※	※※※	※※※	※※	※※※	※※※	※※※	※※※
-Cont.	—	—	—	—	—	—	—	—
PK -Cont.	※※	※※※	※※※	※※	※※※	※※※	※※※	※※※

※Significance of 5% level, ※※1% level, ※※※0.1% level

Table 10 Test of significance of N concentration in leaves

	NPK	NP	PK	NK	N	Cont.
NPK		—	—	+++	+++	+++
NP			—	+++	+++	+++
PK				+++	+++	+++
NK					—	—
N						—
Cont.						

+++Significance of 0.1% level

Table 11 Test of significance of N content in seedlings

	Yamahannoki						Ooba-Yashabushi					
	NPK	NP	PK	NK	N	Cont.	NPK	NP	PK	NK	N	Cont.
NPK		—	—	+++	+++	+++		—	—	+++	+++	+++
NP			—	+++	+++	+++			—	+++	+++	+++
PK				+++	+++	+++				+++	+++	+++
NK					—	—					—	—
N						—						—
Cont.												

+++Significance of 0.1% level

本実験においては、供試苗が少なかつたため、植付時の苗木の分析を行っていないので、試験期間中に吸収した養分量を求めることができないが、Table 2 に示すように、植付時の供試苗は、きわめて小さく、しかも摘葉して用いたので、その養分含有量もきわめて少なく、したがって掘取時の含有量をもって試験期間中の吸収量とみなしても差支えないものと思われる。このようにすると、本実験の場合、Pの施用によりNの吸収量は増大するが、NあるいはKを施用してもそのような効果がないということができよう。このように、Nの吸収に対してN施肥よりもP施肥に効果が認められることは、一般樹種にはない肥料木の特性といえよう。

P_2O_5 においても、両樹種とも、Nの場合と全く同じ結果が得られた。すなわち、 P_2O_5 の含有率、吸収量とも、NあるいはKの共存と関係なくPの施用により明らかに増大するが、NあるいはKの施用効果は認められない。このことは、Nの場合と異り当然のことのようにも思われるが、P施肥の効果がきわめて顕著に現われることは、肥料木におけるPの重要性を示唆するようにも思われる。

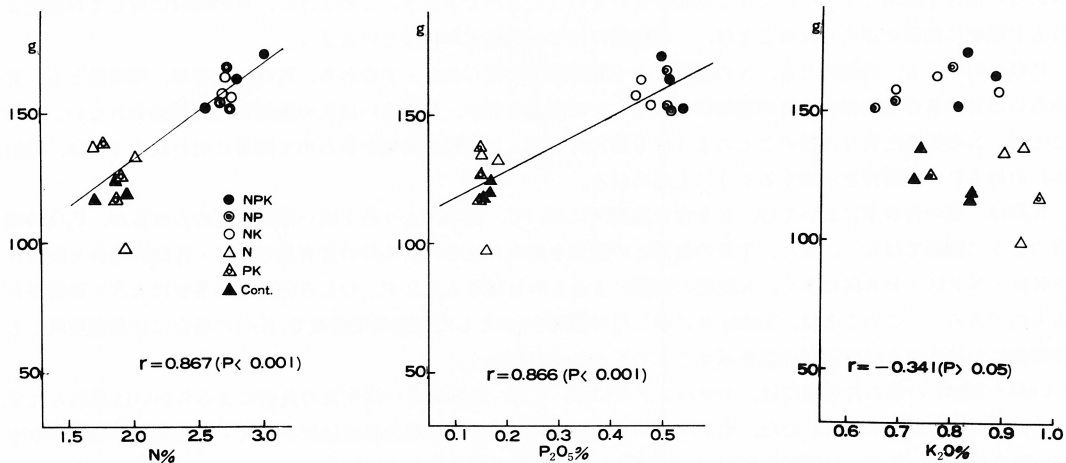
K_2O は、葉の含有率においては、Kを含む施肥区において、他の区より若干高い傾向が認められるが、 P_2O_5 の場合のように顕著ではなく、また、生長の良否との関係も認められない。 K_2O の含有量は、N・ P_2O_5 の場合と同様NPK区・NP区・PK区に多く、K施肥の影響によるものとは考えられず、むしろ乾物量の多少に大きく影響されるものであろう。このことは、Table 8 に示した対照区を100とした施肥効果指数で、 K_2O の場合には各処理区とも乾物量における値とほぼ同様の値を示すことでもうかがわれよう。

CaO・MgOの葉の含有率には、ヤマハンノキにおいては、処理あるいは生長の良否によるちがいは認められず、ほぼ一定の値を示している。ただ、オオバヤシヤブシにおいては、CaO含有率はNPK区・NP区・PK区がやや高い値を示しているが、対照区を100とした指数は、N・ P_2O_5 の場合のように顕著ではない。含有量は、他の成分と同様にNPK区・NP区・PK区の3区に多いが、施肥効果指数をみると、乾物量の値と殆んど同様の値を示しているので、 K_2O と同様に、乾物量の多少によるものと思われる。

Table 12 Ratio of elements in the leaves

Treatment		Yamahannoki				Ooba-Yashabushi			
		N/P	N/K	K/P	N/Ca	N/P	N/K	K/P	N/Ca
NPK	I	12.6	3.8	3.3	2.8	14.3	2.8	5.2	3.0
	II	10.8	3.8	2.8	2.3	16.2	3.0	5.3	2.3
	III	13.8	4.4	3.2	3.2	14.7	2.9	5.1	2.2
	Av.	12.4	4.0	3.1	2.8	15.1	2.9	5.2	2.5
NP	I	12.1	5.1	2.4	2.6	14.5	4.8	3.0	2.3
	II	11.5	4.5	2.6	2.2	13.9	5.1	2.7	2.1
	III	12.2	4.1	3.0	2.9	14.2	4.9	2.9	2.9
	Av.	11.9	4.6	2.7	2.6	14.2	4.9	2.9	2.4
NK	I	26.2	2.2	12.0	2.1	28.7	2.4	12.0	1.7
	II	25.9	2.7	9.5	2.3	32.3	1.9	16.8	1.7
	III	27.7	2.5	11.0	2.0	30.2	2.4	12.4	1.9
	Av.	26.6	2.5	10.8	2.1	30.4	2.2	13.7	1.8
N	I	29.4	3.0	9.7	2.2	32.7	2.5	13.0	1.8
	II	27.5	2.9	9.4	1.7	22.9	2.7	8.4	1.9
	III	28.8	2.3	12.4	1.7	30.8	2.4	12.6	2.0
	Av.	28.6	2.7	10.5	1.9	28.8	2.5	11.3	1.9
PK	I	13.1	4.8	2.7	3.2	15.6	3.3	4.7	2.4
	II	13.5	4.3	3.2	2.6	16.6	3.8	4.3	2.2
	III	13.6	3.6	3.8	2.5	16.3	3.8	4.3	2.4
	Av.	13.4	4.2	3.2	2.8	16.2	3.6	4.4	2.3
Cont.	I	25.1	3.1	8.2	2.0	29.0	2.8	10.5	1.9
	II	28.0	2.8	10.0	2.0	24.3	2.6	9.3	1.9
	III	26.2	2.5	10.6	1.7	27.4	2.6	10.5	1.9
	Av.	26.4	2.8	9.6	1.9	26.9	2.7	10.1	1.9

(1) Yamahannoki



(2) Ooba-Yashabushi

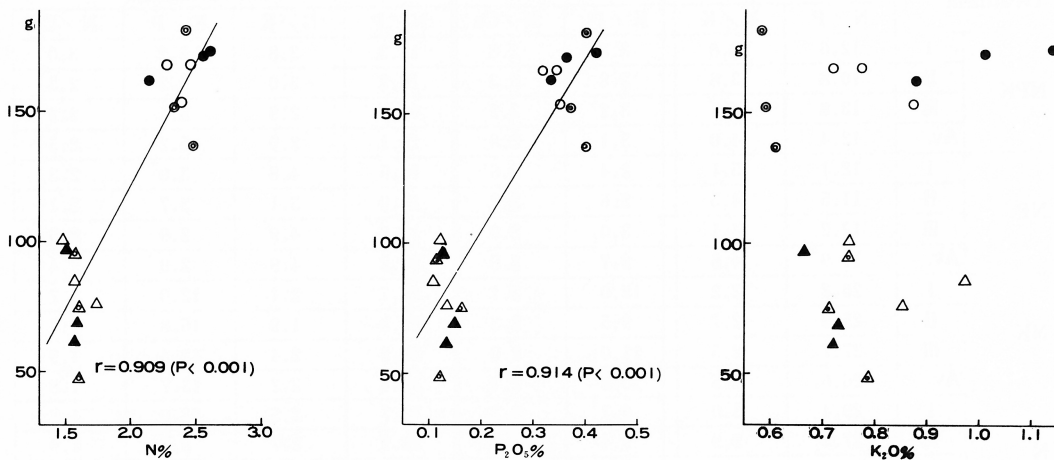


Fig.4 Relation between the nutrient concentration in leaves and total dry weight

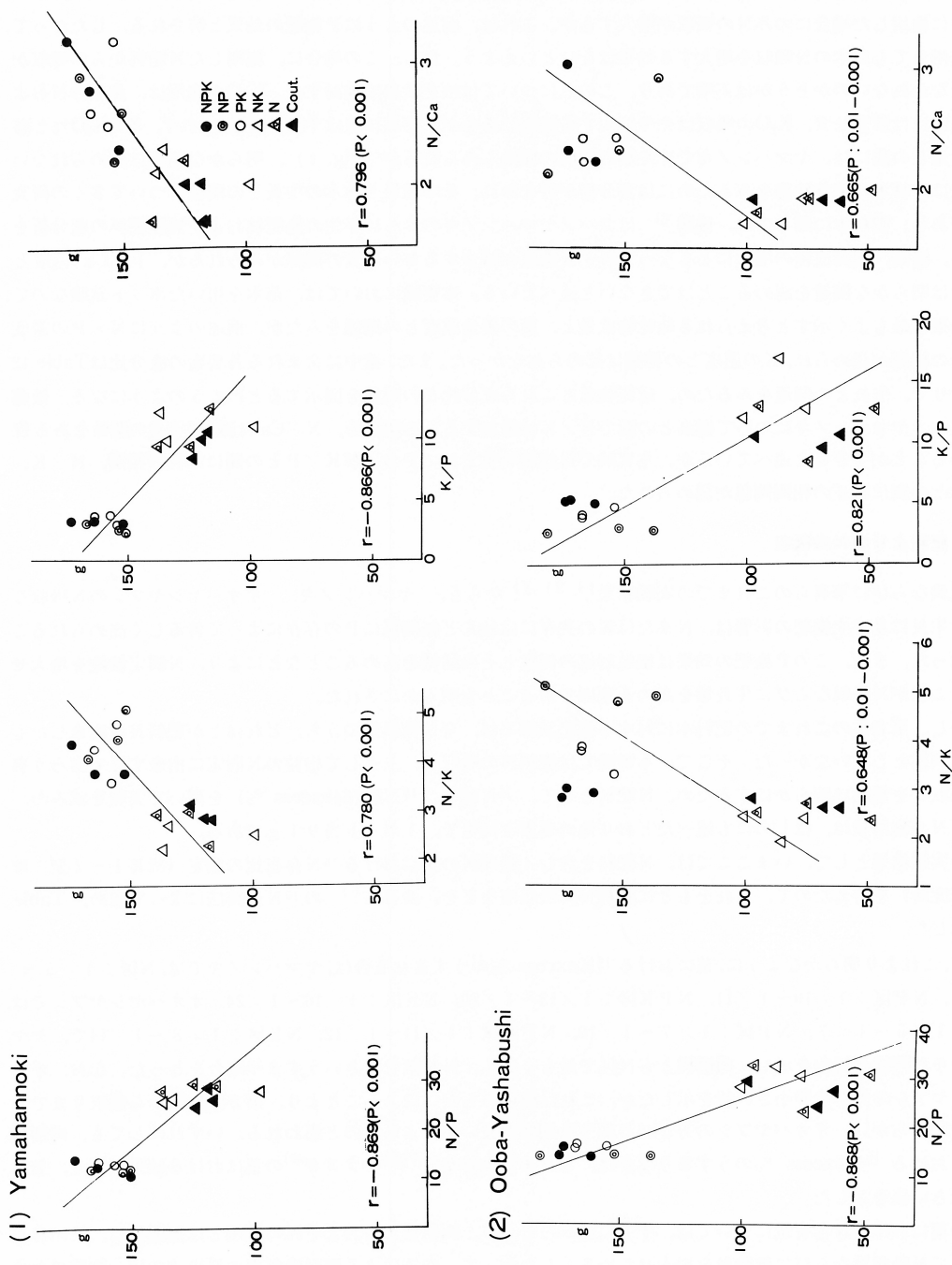


Fig.5 Relation between the nutrient ratio in leaves and total dry weight

以上のように、本試験によれば、ヤマハンノキ、オオバヤシヤブシに対しては、Pの施用は、N・Kの共存の有無には殆んど関係なく、苗木のN・P吸収を高める効果を有するようである。その結果、前述したようなP施肥区の生長の増大となって現われたものであろう。なお、葉のN%および $P_2O_5\%$ と、総乾物重量との間には、Fig. 4に示すように高い正の相関がみられる。Nは、単独にまたはKと共に施用しても、苗木のN吸収は高まらず、PまたはP・Kと共に施用した場合のみNの吸収が増大するが、これは、前述のようにP施肥の効果と解される。したがって、Nを施用しても苗木のN吸収を増大する効果はないといえよう。但し、この場合に、施用したN肥料からの吸収が全く行なわれないのかどうかは不明であり、この点については項を改めて検討する。K₂Oの施用は、苗木のNおよびP吸収には影響せず、K₂Oの吸収はやや増大する傾向にあるが、生長に及ぼす効果は認められず、葉のK₂O%と総乾物重量との間には、ヤマハンノキでやや負の相関の傾向もみられるが (Fig. 4)、明らかな関係は認められない。

一般に、林木の栄養状態をみるためには葉分析が行なわれ、その結果と林木の生長との関係について多くの研究報告がある。肥料木に関しては、後藤⁵⁾はコバノヤマハンノキの6~10年生の施肥林および無施肥林の葉分析を行ない、樹高、胸高直径の増大にともなってN・K濃度が減少するという負の関係がみられるが、P・Ca濃度との間では明らかな関連を認めることはできないと述べている。本実験においては、苗木を用いたポット試験なので、生長結果を最もよく示すと考えられる総乾物重量と、葉の養分濃度との関係をみたが、前述のようにN・Pの濃度とは正の相関が認められ、Kの濃度との相関は認められなかった。また、葉中に含まれる各要素の成分比はTable 12のとおりで、生長との関連をみるため、総乾物重とこれら成分比との関係を図示するとFig. 5のようになる。後藤は、コバノヤマハンノキについて樹高との間でN/Kは増加する正の関係を、N/Caは減少する負の関係をある程度認めることができると述べているが、本実験では総乾物重とN/PおよびK/Pとの間には負の相関、N/K、N/Caとの間には正の相関関係が認められた。

5. 肥料よりのNの吸収

本実験ならびに筆者らのこれまでの実験結果^{1) 3) 4)}からも、ヤマハンノキ、オオバヤシヤブシのN吸収ならびに生長に及ぼす施肥の影響は、NまたはKの共存には殆んど無関係にPの存在によって著るしく高められることを知った。また、このP施肥の効果は根粒形成の促進とその活性を高めることなどにより、N固定機能を増大せしめ、これがN吸収ならびに生長量を高める要因であることも明らかにされた。

しかし、筆者らのこれまでの肥料木に対する施肥試験では、全N吸収量のうち、どれほどが肥料Nに由来したものは判然としていなかった。そこで、本実験では肥料Nの吸収と、主として根粒のN固定に由来するであろう自然N吸収とを量的に明らかにするため、N肥料として、¹⁵N硫酸 (¹⁵N 6.764excess %)を用いて実験を試みた。なお、Nの施用量は、はじめにも述べたとおり他の要素と同量で、1ポット当たり1gである。

その実験結果として、いまここでは、N肥料を含む4処理区の葉における¹⁵N存在比の測定 (MRI-2型: 理化学研究所)を終えたので、これをもとに肥料Nの吸収率などを、渋谷ら⁶⁾の¹⁵N追跡法によって求め、Table 13に示した。

まず、これより明らかなように、葉における¹⁵Nexcess %のうすまり度合は、ヤマハンノキでは、N区: 1/5~1/11, NP区: 1/10~1/11, NPK区: 1/13~1/20, NK区: 1/16~1/24。オオバヤシヤブシでは、N区: 1/5~1/7, NP区: 1/7~1/10, NPK区: 1/11~1/12, NK区: 1/8~1/14で、ヤマハンノキと同様の傾向を示し、両樹種ともN区で最も小さく、NK区で大きいうすまり度合をとった。なお、オオバヤシヤブシの方がやや小さい値を示したが、これは樹種のちがいによることより、第2回施肥から掘取りまでの経過日数のちがいでオオバヤブシの方が25日間生育期間が長い—によるものと思われる。いずれにしても、両樹種の葉における¹⁵Nexcess %のうすまり度合は、これまでの針葉樹⁷⁾⁸⁾やクヌギ⁹⁾の葉における結果と異り、著るしく大きい値を示した。

この葉におけるN含有量については、すでに述べたとおり、両樹種ともおよそNの施用とは無関係に、Pの存在によってN吸収量ならびに乾物量を増大せしめる。したがって、常法による肥料吸収率の算出法では、施肥のため根粒による固定N量が増大した場合には、これも肥料Nからの吸収量とみなされるため、例えば、本試験の場合、Pを含むNP区・NPK区では、ヤマハンノキ106~114%、オオバヤシヤブシ103~125%と異状な値を示し、一方Pを欠くN区・NK区では、ヤマハンノキ2~4%、オオバヤシヤブシ-6~4%と計算され、これら根粒植物の

Table 13 ¹⁵N nitrogen absorption in the leaves

(1) Yamahannoki

Treatment		N (mg/pot) (A)	¹⁵ N excess (%)	¹⁵ N (mg/pot) (B)	¹⁵ N absorption coefficient (%)	Natural N (mg/pot) (C)	$\frac{(B)}{(A)} \times 100$	$\frac{(C)}{(A)} \times 100$
NPK	I	1862.0	0.342	94.1	9.4	1767.9	5.1	94.9
	II	1751.9	0.530	137.3	13.7	1614.6	7.8	92.2
	III	2155.2	0.449	143.1	14.3	2012.1	6.6	93.4
	Av.	1923.0	0.440	124.8	12.5	1798.2	6.5	93.5
NP	I	1790.3	0.597	158.0	15.8	1632.3	8.8	91.2
	II	1770.7	0.607	158.9	15.9	1611.8	9.0	91.0
	III	1969.3	0.694	202.1	20.2	1767.2	10.3	89.7
	Av.	1843.4	0.633	173.0	17.3	1670.4	9.4	90.6
NK	I	867.0	0.285	36.5	3.7	830.5	4.2	95.8
	II	928.7	0.326	44.8	4.5	883.9	4.8	95.2
	III	624.7	0.418	38.6	3.9	586.1	6.2	93.8
	Av.	806.8	0.343	40.0	4.0	766.8	5.1	94.9
N	I	878.6	0.613	79.6	8.0	799.0	9.1	90.9
	II	927.2	1.003	137.5	13.8	789.7	14.8	85.2
	III	671.3	1.423	141.2	14.1	530.1	21.0	79.0
	Av.	825.7	1.013	119.4	12.0	706.3	15.0	85.0

(2) Ooba-Yashabushi

Treatment		N (mg/pot) (A)	¹⁵ N excess (%)	¹⁵ N (mg/pot) (B)	¹⁵ N absorption coefficient (%)	Natural N (mg/pot) (C)	$\frac{(B)}{(A)} \times 100$	$\frac{(C)}{(A)} \times 100$
NPK	I	1994.0	0.603	177.8	17.8	1816.2	8.9	91.1
	II	1772.9	0.544	142.6	14.3	1630.3	8.0	92.0
	III	1570.9	0.644	149.6	15.0	1421.3	9.5	90.5
	Av.	1779.3	0.597	156.7	15.7	1622.6	8.8	91.2
NP	I	1495.9	0.894	197.7	19.8	1298.2	13.2	86.8
	II	1756.9	0.694	180.3	18.0	1576.6	10.3	89.7
	III	1423.5	0.914	192.4	19.2	1231.1	13.5	86.5
	Av.	1558.8	0.834	190.1	19.0	1368.7	12.3	87.7
NK	I	594.5	0.483	42.5	4.3	552.0	7.1	92.9
	II	558.0	0.525	43.3	4.3	514.7	7.8	92.2
	III	553.8	0.803	65.8	6.6	488.0	11.9	88.1
	Av.	568.8	0.604	50.5	5.1	518.3	8.9	91.1
N	I	618.6	0.913	83.6	8.4	535.1	13.5	86.5
	II	480.0	1.303	92.5	9.3	387.5	19.3	80.7
	III	312.0	1.513	69.8	7.0	242.2	22.4	77.6
	Av.	470.2	1.243	82.0	8.2	388.3	18.4	81.6

肥料吸収率を常法の差引法で求めることは無意味であった。

これを¹⁵N追跡法によって、各処理区別にみると (Table 13)、葉における肥料Nの吸収率は両樹種ともNPK区で最も高く、両樹種の平均で17~19%、NPK区:13~16%、N区:8~12%。NK区では4~5%で最も低い吸収率を示した。この結果からわかることは、肥料Nの吸収に対してもPとの関連性が高いことである。また、両樹種ともPを共存する処理区の葉における吸収率が比較的大きいことも推察できよう。なお、ここで注目すべき点は、N単肥で8~12%の吸収率を示したことである。このことはヤマハノキ、オオバヤシヤブシのような肥料木にお

いても、ある程度のNの存在は必須で、特に、前報¹⁾でも述べたように、根粒形成の不十分な生育初期のステージでは、Nの存在が地上部の生長に好影響をもたらすようである。なお、NK区での吸収率は4~5%でN区よりもかなり低い。植村ら¹⁰⁾の水耕培養による試験結果によれば、Kの不足は根の発育および根粒の形成に悪影響を及ぼすとしている。本実験では、肥料の各要素量を等量施肥したことや、K単肥区を設けていないことなどから、Nの吸収にKがどのように関与するかは不明である。この点については、¹⁵Nexcess %のうすまり度合がNK区で著るしく大きかったことなどとあわせて、今後さらに検討を加えたいと思う。

つぎに、葉における1生育期間中に吸収したN量を、肥料Nに由来するN量と、それ以外の自然Nに由来するN量にわけ、両者の占める割合を求めた (Table 13)。まず、葉の1ポット当りN吸収量を各処理区別にみると、NPK区・NP区の平均で、ヤマハンノキ:1880mg, オオバヤシヤブシ:1670mg, NK区・N区の平均で、ヤマハンノキ:820mg, オオバヤシヤブシ:520mgであった。これらのうち肥料Nの占める割合は、両樹種とも非常に小さく、最も大きい割合を示すN区でも15%~18%、そのほかのNPK区・NP区・NK区では5%~12%であった。すなわち、このような無窒素に等しい新鮮な花崗岩風化土壤に、N肥料を施与して、ヤマハンノキ、オオバヤシヤブシを栽培しても、葉におけるN吸収量の大半は、自然Nに由来していることを示している。このことは、両樹種の肥料木としての特性をさらに明らかにしたものとえよう。

なお、葉以外の器官(幹、枝、根、根粒)についても¹⁵N濃度を分析中で、これらの結果を得て、さらに検討を加えたい。

総 括

本試験は、前回の試験で明らかにし得なかった点を補うとともに、肥料木の施肥NからのN吸収の模様をしらべようとしたものである。

本試験においても、前回の試験で指摘したように、肥料木の生長、根粒の形成、Nの吸収に対するN施肥の効果は認められず、根粒の着生はかえって抑制される傾向があることが、更に明らかに認められた。

また、上記の施肥効果は、Pを含む3処理区-NPK区・NP区・PK区-においてのみ同様に明らかに認められたが、Pを含まないNK区およびN区には全く認められないことから、前回の試験で、PとKのいずれの効果も明かにし得なかったPK施肥の効果は、すべてP施肥の効果であり、Kの施肥は、Nの場合と同様に効果がないことが明らかになった。すなわち、ヤマハンノキおよびオオバヤシヤブシのような根粒を有する肥料木に対しては、Pを施用することにより、根粒の着生が促進され、そのN固定機能が増大してNの吸収が高まり、その結果が生長の増大となって現われるものと解される。

生長と葉の養分濃度との関係を見ると、総乾物重と葉のN濃度およびP濃度との間には、高い正の相関関係が認められる。Kを含む施肥区の葉のK濃度は、他の区よりやや高い傾向を示すが、これと総乾物重との間には一定の関連は認められない。このように、肥料木においても一般の樹種と同様に、その生長にはNの吸収の多少が重要な影響を与えていることは明らかであり、Pとの相関は、これが直接生長増につながるというよりも、前述の根粒形成の促進を通じて、肥料木のN吸収を高める意味で、Pの重要性を示唆するものであろう。このことは、根粒着生量と総乾物重との間に高い相関関係が認められることから推測されよう。

このように、生育に対するNの重要性は、一般樹種と同様と思われるにもかかわらず、今回の実験においても、N施肥は肥料木のN吸収を高める効果を示さなかった。このことは、施肥Nよりの吸収が、殆んど行なわれないことを意味するものようにみえる。この点を明らかにするため、本実験では、N肥料として¹⁵N硫酸を用い、肥料木による吸収の模様をしらべた。施肥量は、N要素量で各ポット1gずつである。その結果、葉における肥料Nの吸収率は、両樹種を通じてNP区が最高で17~19%、NPK区13~16%、N区8~12%、NK区4~5%で、Pを含む施肥区にやや大きく、Kを含む施肥区はやや小さくなる傾向を示した。また、全吸収N中に占める肥料中から吸収した¹⁵Nの割合は、きわめて小さく、最も大きい値を示すN単肥区でも15~18%にすぎず、他の区では5~12%であった。このように、肥料木といえども、施肥Nの吸収は行なわれるが、その量は少なく、本試験のような無窒素に等しい土壤にN肥料を施用した場合においても、吸収Nの大半は自然Nに由来していることが判明した。本試験土壤のN天然供給量はきわめて少ないので、この吸収された自然Nの大部分は根粒による固定Nと考えられる。

N単肥区で¹⁵Nの存在割合が最も高い値を示したことは、根粒の働きが他より劣ることを示すものといえよう。

わが国の一般樹種に対する施肥においては、肥料三要素のうちNが最も重視され、生長に及ぼす施肥の効果は、主としてNの直接的効果であり、P・Kの施用は健全な生育を期待する意味が強く、これの施用が生長に大きく影響することは、特殊な場合を除いては少ないものと思われる。これに対して、根粒を有する肥料木においては、Nの吸収はその大部分が根粒による固定Nによるもので、Nを施用してもそれよりの吸収は僅かであり、したがって、肥料木に対する施肥は、根粒の着生を増大させ、そのN固定機能を十分に発揮させるように、Pの施用に重点を置くべきで、Kの施用は殆んど必要がないように思われる。また、Nについても、根粒形成の未だ不十分な生育初期のほかは、その施肥効果は少ないものと考えられる。

引用文献

- 1) 中島幸雄・辻田昭夫・中久幸：肥料木の機能に関する研究(X)。愛媛大演報13：207～219，1976
- 2) 作物分析法委員会編：栽培植物分析測定法。76～86，養賢堂，東京，1975
- 3) 中島幸雄・辻田昭夫・前田真：肥料木の機能に関する研究(IX)。日林関西講26：166～169，1975
- 4) 中島幸雄・辻田昭夫・中久幸：同上(VII)。日林関西講23：158～160，1972
- 5) 後藤和秋：葉分析による林木の栄養診断にたいする2・3の考察。林試報290：35～75，1977
- 6) 渋谷政夫・小山雄生：安定同位元素¹⁵Nの追跡実験法。土肥誌37(1)：153～159，1966
- 7) 真田勝：施肥窒素の行動に関する研究。日林講84：256～259，1973
- 8) 野上寛五郎：¹⁵N追跡法によるクロマツ1年生苗のチッソ利用率。日林誌58(3)：108～111，1976
- 9) 野上寛五郎・福里和朗：クヌギの施与肥料¹⁵Nの吸収。日林講88：137～138，1977
- 10) 植村誠次ほか：肥料木の栄養生理に関する研究I。林試報99：1～24，1957

(1979年8月31日受理)