

林木稚苗における日照と施用窒素濃度と施用カリ濃度との 相互作用に関する研究

Ⅲ. アカマツ, ヤシヤブシ, ウバメガシ各稚苗における 施用成分の1成分変量による相互作用

牧 坂 三 郎

(農学部造林学研究室)

Study on the Interaction of the Light Intensity, the Fertilized Nitrogen Concentration, and the Fertilized Potassium Concentration in the Forest Seedlings

Ⅲ. The Interaction caused by the Change of One of the Fertilized Components in *Pinus densiflora*, *Alnus firma*, and *Quercus phillyraeoides* Seedlings

Sabro MAKISAKA

Laboratory of Silviculture, Faculty of Agriculture

Abstract: 1. The study was conducted about the effect and the interaction that was given the growth in *Pinus densiflora*, *Alnus firma*, and *Quercus phillyraeoides* seedlings under the conditions which were in combination with three kinds of factors: light intensity, fertilized nitrogen concentration, and fertilized potassium concentration.

2. The following interaction are considered on basis of experiment results. 1) *Pinus densiflora* seedlings. (1) The elongation of main axis; the action and the effective limits of light intensity: strong, 2~20%; fertilized nitrogen concentration: weak, 3~96 ppm; fertilized potassium concentration: weak, 4~130ppm. (2) The increase of dry matter; very strong, 20~80%; weak, 3~96ppm; weak, 4~130ppm. 2) *Alnus firma* seedlings. (1) The elongation of main axis; the action and the effective limits of light intensity: weak, 5~20%; fertilized nitrogen concentration: weak, 3~48ppm; fertilized potassium concentration: weak, 4~65ppm. (2) The increase of dry matter; strong, 5~20%; weak, 3~48ppm; weak, 4~65ppm. 3) *Quercus phillyraeoides* seedlings. (1) The elongation of main axis; the action and the effective limits of light intensity: strong, 10~80%; fertilized nitrogen concentration: strong, 3~96ppm; fertilized potassium concentration: weak, 4~130ppm. (2) The increase of dry matter; very strong, 10~80%; strong, 3~96ppm; weak, 4~130ppm.

緒 言

スギ稚苗における日照と施用窒素濃度と施用カリ濃度との相互作用に関する研究に引続き、アカマツ、ヤシヤブシ、ウバメガシ各稚苗における相互作用に関する研究を報告する。

実 験 方 法

1965年度実験：供試材料はアカマツ稚苗で種子産地の詳細は次のとおりである。産地名は大道マツ、採取場所は川崎営林署管内、標高は約600m、母樹林令は105年、採取年月日は1965年10~11月、大道マツ種子は粒径2.5~3.0mmのものを選別し、1965年4月13日川砂を入れたペトリ・シ

ャーレ内に播種し、北側部屋内の机上に置いた。発芽後、4月27日に、下部5cmの深さに川礫、その上部15cmの深さに川砂を入れた5万分の1のワグナーポットに幼根の長さ5~6mmの発芽種子を1ポットあて12本移植し、ガラス室内に置いた。各ポットはネズミの食害を防ぐためにカンレイシヤで覆い、発芽種子の子葉展開後取り除いた。その後稚苗が十分活着するまで自然日長下に放置し、1ポットあて10本にした。試験設計はつぎのとおりである。実験区はカリ要素区のみとし、カリ要素濃度も4種類に分け、日照度も4種類に分け、それぞれ組合わせた。各単位の培養区には、それぞれ4ポットを用意し4回繰返しとした。日照度はA, B, C, Dの4種類に分け、その日照度はTable 1-1. のとおりである。培養液についてはKnop改良液の10倍希釈液を標準液とし、この標準液のK₂O量を基準とし、その基準量の $\frac{1}{4}$, 1, 4, 8倍の培養液を作成した。その表示はK $\frac{1}{4}$, K, K₄, K₈としK₂O濃度は4, 16, 65, 130ppmとした。各培養液の組成はTable 1-2. のとおりである。培養方法は砂耕法によった。6月1日より日照処理および培養液施用を開始し、培養液は週2回(火, 土曜)施用し、6月1日より10月28日掘取りまで43回施用した。

Table 1-1. Light intensity in each experiment plot of *Pinus desiflora* in 1965

Light intensity Changed nutrient	A	B	C	D
Potassium K $\frac{1}{4}$ ·K·K ₄ ·K ₈	mean 1.9%	mean 6.9%	mean 16.1%	mean 31.4%

(Notes) External light intensity of glass house: mean 70,000lux (100%)
Date of measurement: 12~13 o'clock July 27 in 1965, clear day

Table 1-2. Culture solution composition

Culture Solution Component	N $\frac{1}{4}$	N	N ₄	N ₈	K $\frac{1}{4}$	K	K ₄	K ₈
NaNO ₃	0.018 ^g	0.075	0.291	0.583	0.075	0.075	0.075	0.075
CaCl ₂ ·2H ₂ O	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017
KH ₂ PO ₄	0.025	0.025	0.025	0.025	0.012	0.025	0.025	0.025
MgSO ₄ ·7H ₂ O	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025
KCl	0.012	0.012	0.012	0.012	—	0.012	0.089	0.193
NaH ₂ PO ₄ ·2H ₂ O	—	—	—	—	0.015	—	—	—
2%FeCl ₃	0.3 ^{drop}	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
H ₂ O	1l	1l	1l	1l	1l	1l	1l	1l

(Notes) N nitrogen concentration=K potassium concentration=one-tenth diluent of KNOP's reformed water culture solution. 1 drop: 0.05ml

1966年度実験: 供試材料はアカマツ稚苗で種子産地の詳細は次のとおりである。産地名は大道マツ、採取場所は川崎営林署管内古屋山国有林59, 60, 61林班、標高は約600m、母樹林令は約100年、採取年月日は1964年10~11月、大道マツ種子は粒径2.5~3.0mmのものを選別し、1966年4月14日川砂を深さ1cmにしいたバット(40×26×12cm)内に播種し、部屋内の机上に置いた。発芽後5万分の1のワグナーポットを192ポット用意し、それぞれのポットの下部5cmの深さに川礫、その上部15cmの深さに川砂を入れた。4月28日幼根の長さ5~6mmの大道マツ発芽種

子を1ポットあて12本移植し、ガラス室内に置き、乾燥を防ぐためカンレイシャで覆い、稚苗が十分活着してカンレイシャを除き、1ポットあて10本にそろえた。試験設計はつぎのとおりである。実験区を窒素、カリの2要素区に分け、各要素濃度を4種類に分け、日照度は4種類に分け、それぞれ組合せた。各単位の培養区にはそれぞれ4ポットを用意し4回繰返しとした。日照度は4種類に分け、A, B, C, Dとし、その日照度はTable 1-3. のとおりである。培養液はKnop改良液の10倍稀釈液を標準液とし、この標準液のN, K₂Oの各量を基準とし、その基準量の1/4, 1, 4, 8倍の培養液を作成した。その窒素の濃度および表示は3, 12, 48, 96ppm, N_{1/4}, N, N₄, N₈とした。カリの濃度および表示は1965年度アカマツ稚苗による実験と同じである。

6月3日より日照処理および培養液施用を開始した。培養液は週2回(火, 金曜), 1ポットに200mlを施用した。夏季7~8月は乾燥がはなはだしいので、ときどき灌水した。培養液は6月3日より11月4日まで45回施用した。各培養液の組成はTable 1-2. のとおりである。

Table 1-3. Light intensity in each experiment plot of *Pinus densiflora* in 1966

Light intensity		A	B	C	D
Changed nutrient					
Nitrogen	N _{1/4} · N · N ₄ · N ₈	1.5 ~ 2.1%	9.6 ~ 10.6%	19.1 ~ 21.3%	83.0%
		mean 1.8%	mean 10.1%	mean 20.2%	mean 83.0%
Potassium	K _{1/4} · K · K ₄ · K ₈	0.6 ~ 1.1%	4.3 ~ 9.6%	14.8 ~ 19.1%	83.0%
		mean 0.9%	mean 7.0%	mean 17.0%	mean 83.0%

[Notes] External light intensity of glass house : 94,000lux (100%)
Date of measurement : 11~13 o'clock July 19 in 1966, clear day

1967年度実験：供試材料はヤシヤブシ稚苗で種子産地の詳細は次のとおりである。採取場所は西条営林署管内、採取年は1963年、1967年4月21日にバット(40×26×12cm)内に深さ3cmに川砂を敷き、ヤシヤブシ種子を播種し、部屋内の机上に置いた。ヤシヤブシの発芽早く5月12日ごろには大部分発芽した。5万分の1のワグナーポットを192ポット用意し、それぞれのポットの下部に5cmの深さに川礫、その上部15cmの深さに川砂を入れた。5月16~17日に地上部の長さ約

Table 1-4. Light intensity in each experiment plot of *Alnus firma* in 1967

Light intensity		A	B	C	D
Changed nutrient					
Nitrogen	N _{1/4} · N · N ₄ · N ₈	2.1 ~ 7.0%	4.7 ~ 21.1%	20.2 ~ 25.5%	34.0 ~ 40.4%
		mean 4.6%	mean 12.9%	mean 22.9%	mean 37.2%
Potassium	K _{1/4} · K · K ₄ · K ₈	2.3 ~ 10.0%	4.0 ~ 21.3%	21.3 ~ 29.8%	27.7 ~ 44.7%
		mean 6.2%	mean 12.7%	mean 25.6%	mean 36.2%

[Notes] External light intensity of glass house : mean 94,000lux (100%)
Control group : 38.3~59.6% (mean 50.0%)
Date of measurement : 11.30~12.30 o'clock July 21 in 1967, clear day

15cm のヤシヤブシ稚苗を1ポット12本あて移植した。稚苗が十分活着するまでガラス室内（日照度，24,000 lux 以下）に放置して活着後1ポットあて10本にそろえた。試験設計はつぎのとおりである。実験区を窒素，カリの2要素区に分け，各要素区において，日照度を4種類に分け，各要素濃度も4種類に分けて，それぞれ組合わせた。各単位の培養区にはそれぞれ4ポットを用意した。日照度はA, B, C, Dの4種類に分け，その日照度はTable 1-4. のとおりである。培養液，培養方法は1966年アカマツ稚苗による実験と同じで，各培養液の組成はTable 1-2. のとおりである。6月7日より日照処理および培養液施用を開始した。培養液は1ポットあて200ml 施用し，週2回（火，金曜）の予定であったが，枯れるものも多く，肥料過剰の害が考えられるので6月27日（火曜）以後は金曜1回のみ施用することにした。6月7日より10月20日まで23回施用した。掘取りは10月30～31日に行った。

1968年実験：供試材料はウバメガシ稚苗で種子産地の詳細は次のとおりである。採取場所は高知県南国市竹内宝樹園内，採取年月は1967年12月である。1967年12月に土中埋蔵し，1968年4月27日に掘出し，深さ10cm のバット内に入れた川砂に種子を埋め込んだ。5万分の1のワグナーポットを132ポット用意し，それぞれポットの下部5cm の深さに川礫，その上部15cm の深さに川砂を入れた。5月17日ウバメガシ発芽種子を1ポットあて5本移植した。試験設計は次のとおりである。実験区を窒素，カリの2要素に分け，各要素区において，日照度を4種類に分け，各要素濃度も4種類に分けて，それぞれ組合わせた。各単位の培養区には，それぞれ4ポットを用意し，日照度はA, B, C, Dと4種類に分け，その日照度はTable 1-5. のとおり，各培養液の組成はTable 1-2. のとおりである。日照処理は6月18日，培養液施用は6月24日より開始した。培養液は週1回，1ポットあて200ml 施用し，夏の乾燥季には灌水した。培養液は6月24日より10月28日まで19回施用した。11月4～5日に掘取りを行った。

Table 1-5. Light intensity in each experiment plot of *Quercus phillyraeoides* in 1968

Light intensity		Changed nutrient			
		A	B	C	D
Nitrogen	$N_{\frac{1}{4}} \cdot N \cdot N_4 \cdot N_8$	5.8 ~ 23.6%	17.3 ~ 23.9%	19.5 ~ 31.5%	65.9 ~ 86.9%
		mean 14.7%	mean 20.6%	mean 25.5%	mean 76.4%
Potassium	$K_{\frac{1}{4}} \cdot K \cdot K_4 \cdot K_8$	6.1 ~ 26.9%	23.9 ~ 42.9%	32.6 ~ 45.6%	65.9 ~ 86.9%
		mean 16.5%	mean 33.4%	mean 39.1%	mean 76.4%

[Notes] External light intensity of glass house : 92,000lux (100%)

Date of measurement : 13~14 o'clock August 12 in 1968, clear day

結果および考察

1. 稚苗主軸伸長との関係

(1) アカマツ稚苗

1) 稚苗主軸伸長と日照度との関係

施用窒素濃度 3~96ppm の範囲において，1966年の実験結果によれば，日照度が高くなるのに対し，主軸長の分布は Fig. 2-1. のように日照度10~20%を最高とする曲線で示される。次に

施用カリ濃度 4~130ppm の範囲において、1965、1966の2か年の実験結果によれば、日照度が高くなるのに対し、主軸長の分布は Fig. 2-1. のように日照度2~15%を最高とする曲線で示される。以上より両施用濃度における有効日照範囲は2~20%と考えられ、日照の作用が強いことが認められる。

2) 稚苗主軸長と施用窒素濃度と施用カリ濃度との関係

1966年の実験結果によれば、施用窒素濃度が高くなるのに対し、主軸長の分布は、Fig. 1-3. のように日照度2~80%の範囲内で、10~20%において主軸伸長が最高になるが、施用窒素濃度による伸長作用は小さい。次に、施用カリ濃度が高くなるのに対し、主軸長の分布は、1965、1966年の2か年の実験結果によれば、日照度1~80%の範囲内で、2~20%において主軸伸長が大きくなり、施用カリ濃度が高くなるのに対し、伸長作用が大きくなる傾向がある。以上より、日照度1~80%の範囲において、有効施用窒素濃度は3~96ppm、有効施用カリ濃度は4~130ppmと考えられ、両作用とも弱いことが認められる。

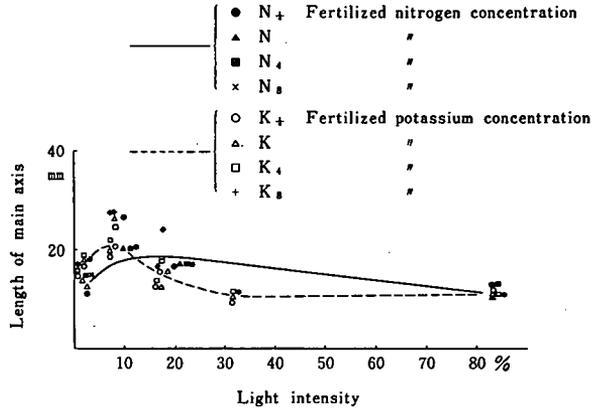


Fig. 2-1. The correlation between light intensity, fertilized nitrogen concentration (fertilized potassium concentration), and length of main axis in *Pinus densiflora* seedlings. The experiment in 1965, 1966.

(2) ヤシヤブシ種苗

1) 稚苗主軸伸長と日照度との関係

施用窒素濃度 3~96ppm の範囲において、1967年の実験結果によれば、日照度4~40%の範囲で日照度が高くなるのに対し、主軸長の分布は Fig. 2-2. のように下降線をたどり小さくなる傾向がある。次に、施用カリ濃度 4~130ppm の範囲において、1967年の実験結果によれば、日照度6~40%の範囲で日照度が高くなるのに対し、主軸長の分布は Fig. 2-2. のように、施用窒素の場合と同様に、下降線をたどり小さくなる傾向がある。以上より両施用濃度とも主軸伸長は日照4~40%の範囲において日照度が高くなるのに対し小さくなる傾向があり、日照の作用が強いことが認められる。

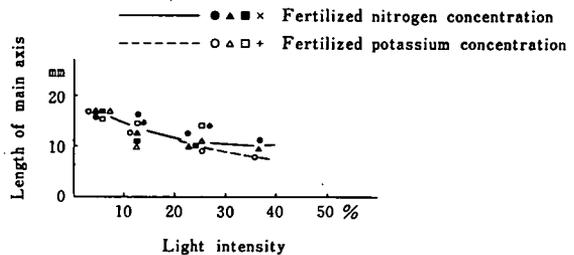


Fig. 2-2. The correlation between light intensity, fertilized nitrogen concentration (fertilized potassium concentration), and length of main axis in *Alnus firma* seedlings. The experiment in 1967.

2) 稚苗主軸長と施用窒素濃度と施用カリ濃度との関係

1967年の実験結果によれば、日照度4~20%の範囲において施用窒素濃度が高くなるのに対し、主軸長の分布は Fig. 2-2. のように、ほとんど差がなく、施用窒素濃度 3~48ppm が有効施用窒素濃度と認められる。次に1967年の実験結果によれば、日照度6~40%の範囲において、施用カリ濃度が高くなるのに対し、主軸長

の分布は Fig. 2-2. のように、わずかに正比例して大きくなる傾向があり、施用カリ濃度 4~65ppm が有効施用カリ濃度 4~65ppm が有効施用カリ濃度と認められる。以上より、日照度 4~20%, 施用窒素濃度 3~48ppm, 施用カリ濃度 4~65ppm が有効範囲で、日照の作用、施用窒素濃度および施用カリ濃度の作用は弱いことが認められる。

(3) ウバメガシ稚苗における関係

1) 稚苗主軸伸長と日照度との関係

1968年の実験結果によれば、施用窒素濃度 3~96ppm の範囲において、日照度が高くなるのに対して主軸長の分布は Fig. 2-3. のように上昇曲線で示されるが、有効日照度は10~80%と認められる。次に、施用カリ濃度 4~130ppm の範囲において、日照度が高くなるのに対し Fig. 2-3. のように、反応がわずかであり、日照度10~80%が有効である。以上より、施用窒素濃度 3~96ppm, 施用カリ濃度 4~130ppm の範囲において有効日照範囲は10~80%で、日照の作用が強いことが認められる。

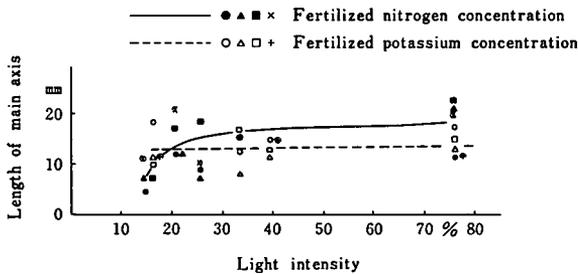


Fig. 2-3. The correlation between light intensity, fertilized nitrogen concentration (fertilized potassium concentration), and length of main axis in *Quercus phillyraeoides* seedlings. The experiment in 1968.

次に、施用カリ濃度 4~130ppm の範囲において、日照度が高くなるのに対し Fig. 2-3. のように、反応がわずかであり、日照度10~80%が有効である。以上より、施用窒素濃度 3~96ppm, 施用カリ濃度 4~130ppm の範囲において有効日照範囲は10~80%で、日照の作用が強いことが認められる。

2) 稚苗主軸長と施用窒素濃度と施用カリ濃度との関係

1968年の実験結果によれば、日照度10~80%の範囲において施用窒素濃度が高くなるのに対し、主軸長の分布は Fig. 2-3. のように正比例して大きくなる傾向がある。次に、日照度10~80%の範囲において施用カリ濃度が高くなるのに対し、主軸長の分布は Fig. 2-3. のように大体同じである。以上より、日照度10~80%の範囲において施用窒素濃度 3~96ppm, 施用カリ濃度 4~130ppm が有効範囲で、施用窒素濃度の作用は強く、施用カリ濃度の作用は弱いものと認められる。

2. 稚苗風乾重との関係

(1) アカマツ稚苗

1) 稚苗風乾重と日照度との関係

施用窒素濃度 3~96ppm の範囲において、1966年の実験結果によれば、日照度の高くなるのに対し、風乾重の分布は Fig. 2-4. のように日照度20~80%を最高とする曲線で示され、次に、

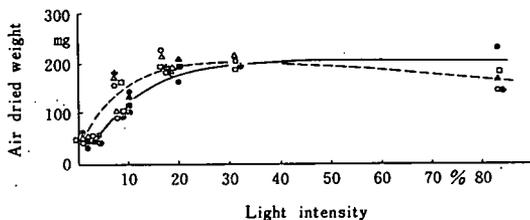


Fig. 2-4. The correlation between light intensity, fertilized nitrogen concentration (fertilized potassium concentration), and air dried weight in *Pinus densiflora* seedlings. The experiment in 1965, 1966.

施用カリ濃度 4~130ppm の範囲において、1965, 1966年の2か年の実験結果によれば、日照度が高くなるのに対し、風乾重の分布は Fig. 2-4. のように日照度10~80%を最高とする曲線で示される。以上より両施用濃度における有効日照範囲は10~80%と考えられ、日照の作用が著しく強いことが認められる。

2) 稚苗風乾重と施用窒素濃度と施用カリ濃度との関係

1966年の実験結果によれば、施用窒素濃度が高くなるのに対し、風乾重の分布は Fig. 2-4. のように、その差は小さく、次に、1965, 1966年の2か年の実験結果によれば、施用カリ濃度が高くなるのに対し、風乾重の分布は Fig. 2-4. のように、その差は小さくなる傾向がある。以上より日照度1~80%の範囲において、風乾重に対する施用窒素濃度の作用も施用カリ濃度の作用も弱いことが認められる。

(2) ヤシヤブシ稚苗

1) 稚苗風乾重と日照度との関係

1967年の実験結果によれば、施用窒素濃度 3~48ppm の範囲で日照度4~40%の日照度が高くなるのに対し、風乾重の分布は Fig. 2-5. のように、日照度4~20%を最高とする曲線で示される。次に、施用カリ濃度4~65ppm の範囲で日照度6~40%の日照度が高くなるのに対し、風乾重の分布は Fig. 2-5. のように反比例して下降線をたどり小さくなる傾向が認められる。以上より両施用濃度により、日照度4~40%の範囲において風乾重の分布が相反する傾向があり、日照度の作用が強いことが認められる。

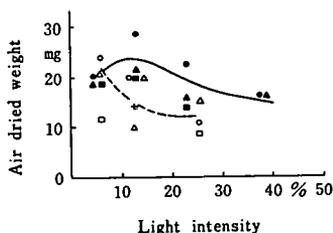


Fig. 2-5. The correlation between light intensity, fertilized nitrogen concentration (fertilized potassium concentration), and air dried weight in *Alnus firma* seedlings. The experiment in 1967.

2) 稚苗風乾重と施用窒素濃度と施用カリ濃度との関係

1967年の実験結果によれば、日照度4~20%の範囲で施用窒素濃度 3~48ppm の濃度が高くなるのに対し、風乾重の分布は Fig. 2-5. のように反比例して小さくなる傾向がある。次に、日照度6~40%の範囲において、施用カリ濃度 4~65ppm の濃度が高くなるのに対し、風乾重の分布は Fig. 2-5. のように反比例して小さくなる傾向がある。以上より有効日照度4~20%, 有効施用窒素濃度 3~48ppm, 有効施用カリ濃度 4~65ppm において、日照の作用が強く、施用窒素およびカリの作用が弱いことが認められる。

(3) ウバメガシ稚苗

1) 稚苗風乾重と日照度との関係

1968年の実験結果によれば、施用窒素濃度 3~96ppm の範囲で日照度が高くなるのに対し、風乾重の分布は Fig. 2-6. のように、上昇曲線で示されるが、有効日照度は10~80%と認められる。次に、施用カリ濃度4~130ppm の範囲において、日照度が高くなるのに対し、風乾重の分布は Fig. 2-6. のように、上昇曲線で示されるが、有効日照度は10~80%と認められる。以上より、施用窒素濃度 3~96ppm, 施用カリ濃度 4~130ppm,

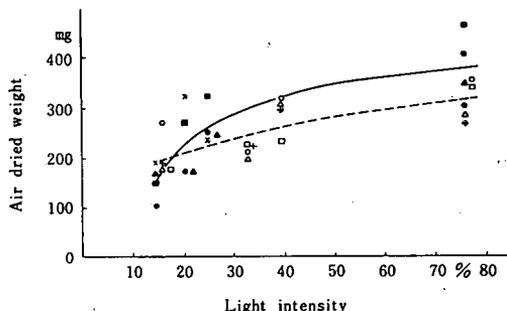


Fig. 2-6. The correlation between light intensity, fertilized nitrogen concentration (fertilized potassium concentration), and air dried weight in *Quercus phillyraeoides* seedlings. The experiment in 1968.

有効日照範囲は10~80%で、日照の作用が著しく強いことが認められる。

2) 稚苗風乾重と施用窒素濃度と施用カリ濃度との関係

1968年の実験結果によれば、日照度10~80%の範囲において施用窒素濃度が高くなるのに対し、風乾重の分布は Fig. 2-6. のように正比例して大きくなる傾向がある。次に、日照度10~80%の範囲において施用カリ濃度が高くなるのに対し、風乾重の分布は Fig. 2-6. のようにその差は小さい。以上より、日照度10~80%の範囲において施用窒素濃度 3~96ppm, 施用カリ濃度 4~130ppm が有効範囲で、施用窒素濃度は強く、施用カリ濃度の作用は弱いものと認められる。

3. 稚苗尋常葉発現率との関係

(1) アカマツ稚苗

1) 稚苗尋常葉発現率と日照度との関係

施用窒素濃度 3~96ppm の範囲において、1966年の実験結果によれば、日照度が高くなるのに対し、尋常葉発現率の分布は Fig. 2-7. のように日照度 10~20% を最高とする曲線で示される。

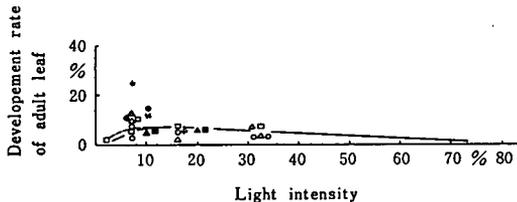


Fig. 2-7. The correlation between light intensity, fertilized nitrogen concentration (fertilized potassium concentration), and development rate of adult leaf in *Pinus densiflora* seedlings. The experiment in 1965, 1966.

次に、施用カリ濃度 4~130ppm の範囲において、1965, 1966年の実験結果によれば、尋常葉発現率の分布は Fig. 2-7. のように 5~20% を最高とする曲線で示される。以上より、日照度は 5~20% が有効日照度にして日照度による作用は強いことが認められる。

2) 稚苗尋常葉発現率と施用窒素濃度と施用カリ濃度との関係

日照度 1~80% の範囲において 1966

年の実験結果によれば、施用窒素濃度が高くなるのに対し、尋常葉発現率の分布は Fig. 2-7. のように、日照度 10~20% の範囲で最高の発現率があるのが認められ、次に、1965, 1966年の実験結果によれば、施用カリ濃度が高くなるのに対し、尋常葉発現率の分布は Fig. 2-7. のように、日照度 5~20% の範囲で最高の発現率があるのが認められる。以上より、稚苗尋常葉発現率に対する施用窒素濃度の作用も施用カリ濃度の作用も弱いことが認められる。

4. 稚苗冬芽形成率との関係

(1) アカマツ稚苗

1) 稚苗冬芽形成率と日照度との関係

施用窒素濃度 3~96ppm の範囲において、1966年の実験結果によれば、日照度が高くなるのに対し、冬芽形成率の分布は Fig. 2-8. のように日照度 20~80% を最高とする曲線で示されていて、次に、施用カリ濃度 4~130ppm の範囲において、1965, 1966年の2か年の実験結果によれば、日照度が高くなるのに対し冬芽形成率の分布は Fig. 2-8. のように日照度 20~80% を最高とする曲線で示される。以上より、両施用濃度における有効日照度は 20~80% と考えられ、日照の作用が強いことが認められる。

2) 稚苗冬芽形成率と施用窒素濃度と施用カリ濃度との関係

1966年の実験結果によれば、施用窒素濃度が高くなるのに対し、冬芽形成率の分布は Fig. 2-

8. のように、日照度 1~80% の範囲において明らかに反比例して小さくなる傾向がある。次に、1956, 1966 年の実験結果によれば、施用カリ濃度が高くなるのに対し、冬芽形成率の分布は Fig. 2-8. のように、反比例して小さくなる傾向がある。以上より、日照度 1~80% の範囲において、冬芽形成率に対する施用窒素濃度の作用は強いが、施用カリ濃度の作用は弱いことが認められる。

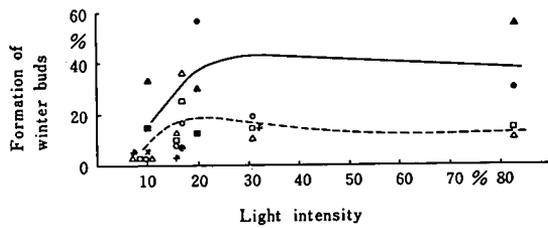


Fig. 2-8. The correlation between light intensity, fertilized nitrogen concentration (fertilized potassium concentration), and formation of winter buds in *Pinus densiflora* seedlings. The experiment in 1965, 1966.

5. 稚苗葉内における窒素含有率とカリ含有率との関係

(1) アカマツ稚苗

1) 窒素施用区

a) 日照度と葉内の窒素含有率とカリ含有率との関係

1966年の実験結果によれば、施用窒素濃度 3~96ppm の範囲において、日照が度高くなるのに対し、葉内の窒素含有率とカリ含有率は Fig. 2-9. のように葉内の窒素含有率は明らかに反比例して小さくなり、カリ含有率は大体同率である。稚苗枯死率の低率は日照度 2~80% であり、この範囲内では日照の作用は弱いことが認められる。

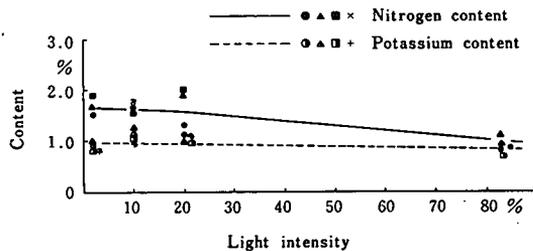


Fig. 2-9. The correlation between light intensity, fertilized nitrogen concentration, and, nitrogen and potassium content of the leaf, in *Pinus densiflora* seedlings. The experiment in 1966.

b) 施用窒素濃度と葉内の窒素含有率とカリ含有率との関係

1966年の実験結果によれば、日照度 2~80% の範囲における葉内窒素含有率および葉内カリ含有率の分布は、Fig. 2-9. のように施用窒素濃度が濃くなるのに対して、葉内窒素含有率は大体正比例して大きくなり、葉内カリ含有率は一定の傾向がない。稚苗枯死率の低率の施用窒素濃度 3~12ppm において、葉内窒素含有率の範囲は0.85~1.97%、葉内カリ含有率の範囲は0.88~1.24%で、葉内窒素含有率に対する作用は強く、葉内カリ含有率に対する作用は弱いことが認められる。

2) カリ施用区

a) 日照度と葉内の窒素含有率とカリ含有率との関係

1965年の実験結果によれば、施用カリ濃度 4~130ppm の範囲において、日照度が高くなるのに対し、葉内の窒素含有率とカリ含有率は Fig. 2-10. のように葉内の窒素含有率は反比例して小さくなり、カリ含有率は大体同率になる傾向があり、稚苗枯死率の低い範囲は日照度 2~20% であり、日照の作用は窒素含有率、カリ含有率とも弱いことが認められる。

b) 施用カリ濃度と葉内の窒素含有率とカリ含有率との関係

1965年の実験結果によれば、日照度 2~20% の範囲における葉内窒素含有率および葉内カリ含有

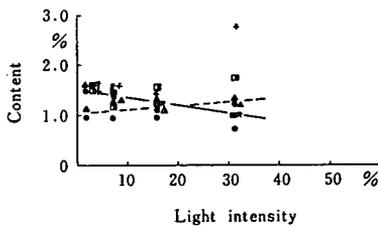


Fig. 2-10. The correlation between light intensity, fertilized potassium concentration, and nitrogen and potassium content of the leaf in *Pinus densiflora* seedlings.

The experiment in 1965.

(2) ヤシヤブシ稚苗

1) 窒素施用区

a) 日照度に葉内カリ含有率との関係

1967年の実験結果によれば、施用窒素濃度 3~48ppm の範囲で、4~40%の日照度が高くなるのに対し、葉内カリ含有率は Fig. 2-11. のように反比例して小さくなり、稚苗枯死率の低い範囲は日照度 4~20%であり、日照度の作用の強いことが認められる。

b) 施用窒素濃度と葉内カリ含有率との関係

施用窒素濃度が高くなるのに対して、葉内カリ含有率は一定の傾向は認められず、施用窒素による葉内カリ含有率に対する作用は弱く、施用窒素濃度 3~12ppm における葉内カリ含有率の範囲は1.82~2.31%であることが認められる。

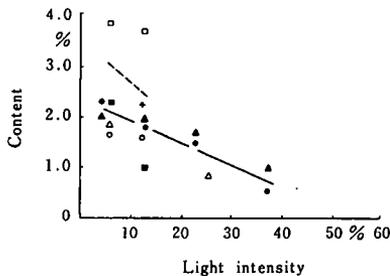


Fig. 2-11. The correlation between light intensity, fertilized nitrogen concentration (fertilized potassium concentration), and potassium content of the leaf in *Alnus firma* seedlings.

The experiment in 1967.

くなる傾向があり、施用カリによる葉内カリ含有率に対する作用は強く施用カリ濃度 4~16ppm における葉内カリ含有率の範囲は1.64~1.87%であることが認められる。

(3) ウバメガシ稚苗

1) 窒素施用区

a) 日照度と葉内の窒素含有率とカリ含有率との関係

1968年の実験結果によれば、施用窒素濃度 3~96ppm の範囲において日照度が高くなるのに対し葉内の窒素含有率とカリ含有率は Fig. 2-12. のように葉内の窒素含有率は明らかに反比例し

率の分布は、Fig. 2-10. のように施用カリ濃度が濃くなるのに対して、葉内窒素含有率は大体同率であり、カリ含有率は正比例して大きくなる傾向がある。稚苗枯死率低率の範囲は施用カリ濃度 4~65ppm と考えられ、葉内窒素含有率の範囲は1.08~1.63%、葉内カリ含有率の範囲は0.83~1.88%で、葉内窒素含有率に対する作用は弱く、葉内カリ含有率に対する作用は強いことが認められる。

2) カリ施用区

a) 日照度と葉内カリ含有率との関係

1967年の実験結果によれば、施用カリ濃度 4~130ppm の範囲で、4~20%の日照度が高くなるのに対し、葉内カリ含有率は Fig. 2-11. のように反比例して小さくなるが、日照の作用は弱いことが認められる。

b) 施用カリ濃度と葉内カリ含有率との関係

施用カリ濃度が高くなるのに対して、葉内カリ含有率は正比例して大き

て小さくなり、カリ含有率は大体同率である。稚苗枯死率の低率は日照度10~80%であり、この範囲内で日照の作用は窒素含有率には強く、カリ含有率には弱いことが認められる。

b) 施用窒素濃度と葉内の窒素含有率とカリ含有率との関係

1968年の実験結果によれば、施用窒素濃度が高くなるのに対し葉内窒素含有率とカリ含有率は Fig. 2-12. のとおり窒素含有率は明らかに正比例して大きくなり葉内窒素含有率は、0.63~1.89%の範囲で、葉内カリ含有率は、日照度25%以下では正比例して大きくなり、0.61~1.05%の範囲であり、施用窒素による葉内窒素含有率に対する作用は強く、葉内カリ含有率に対する作用は弱いことが認められる。

2) カリ施用区

a) 日照度と葉内の窒素含有率とカリ含有率との関係

1968年の実験結果によれば、施用カリ濃度 4~130ppm の範囲において日照度が高くなるのに対し葉内の窒素含有率とカリ含有率は Fig. 2-13. のように葉内窒素含有率は反比例して小さくなり、葉内カリ含有率は大体同率である。稚苗枯死率の低率は日照度10~80%であり、この範囲内で日照の作用は葉内窒素含有率にも葉内カリ含有率にも弱いものと認められる。

b) 施用窒素濃度と葉内の窒素含有率とカリ含有率との関係

1968年の実験結果によれば、施用カリ濃度が高くなるのに対し葉内窒素含有率とカリ含有率は Fig. 2-13. のとおり窒素含有率は正比例して大きくなり、葉内窒素含有率は1.08~1.78%の範囲で、葉内カリ含有率は大体同率で、0.75~1.04%の範囲であり、施用カリによる葉内窒素含有率に対する作用も葉内カリ含有率に対する作用も弱いことが認められる。

6. 稚苗葉内 N-K 率* との関係

(1) アカマツ稚苗

1) 日照度とアカマツ稚苗葉内 N-K 率との関係

1966年の実験結果によれば、窒素施用区において施用窒素濃度 3~12ppm の範囲で日照度が高くなるのに対して葉内N-K率の分布は、Fig. 2-14. のように日照度2~80%において日照度30%までは反比例して小さくなる傾向がある。次に、1965年の実験結果によれば、カリ施用区において施用カリ濃度 4~65ppm の範囲で日照度が高くなるのに対して葉内N-K率の分布は、Fig. 2-14. のように日照度2~20%の範囲において、反比例して小さくなる傾向があり、日照

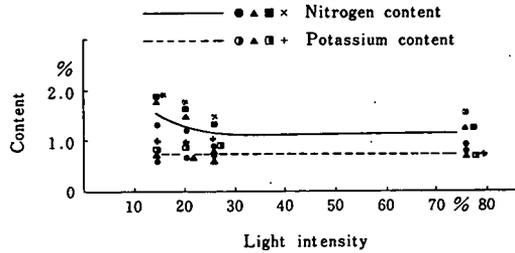


Fig. 2-12. The correlation between light intensity, fertilized nitrogen concentration, and, nitrogen and potassium content of the leaf in *Quercus phillyraeoides* seedlings. The experiment in 1968.

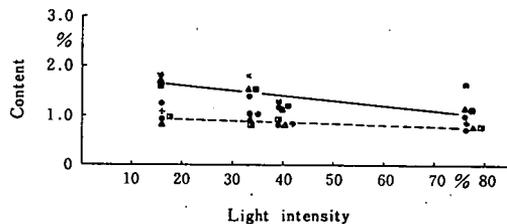


Fig. 2-13. The correlation between light intensity, fertilized potassium concentration, and, nitrogen and potassium content of the leaf in *Quercus phillyraeoides* seedlings. The experiment in 1968.

による作用は両施用区とも弱いものと認められる。

* N-K率： $\frac{N}{K}$ 率，N：窒素含有率（対風乾物），K：カリ含有率（対絶乾物）

2) 稚苗葉内 N-K 率と施用窒素濃度と施用カリ濃度との関係

1966年の実験結果によれば，日照度2～80%の範囲において，施用窒素濃度が高くなるのに対して葉内 N-K 率の分布は，Fig. 2-14. のように施用窒素濃度に正比例して著しく大きくなる

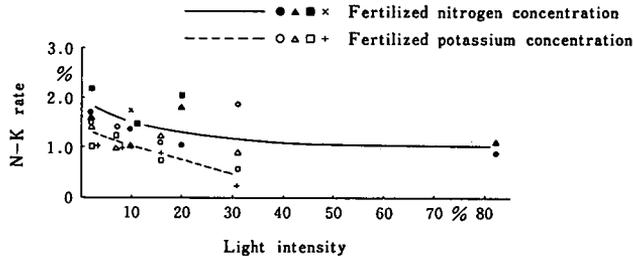


Fig. 2-14. The correlation between light intensity, fertilized nitrogen concentration (fertilized potassium concentration), and N-K rate of the leaf in *Pinus densiflora* seedlings. The experiment in 1965, 1966.

傾向があり，施用窒素濃度 3～12ppm の範囲において葉内 N-K 率は1.07～1.84であり，この施用窒素濃度の作用が強いことが認められる。次に日照度2～20%の範囲において，施用カリ濃度が高くなるのに対して葉内 N-K 率の分布は，Fig. 2-14. のように反比例して小さくなる傾向があり，施用カリ濃度 4～65ppm の範囲において葉内 N-K 率は0.80～1.54であり，施用カリ濃度の作用が弱いことが認められる。

(2) ウバメガシ稚苗

1) ウバメガシ稚苗葉内 N-K 率と日照度との関係

1968年の実験結果によれば，窒素施用区において施用窒素濃度 3～96ppm の範囲で日照度が高くなるのに対して葉内 N-K 率の分布は Fig. 2-15. のように日照度10～30%の範囲で著しく小さくなり，日照度30～80%の範囲ではわずかに正比例して大きくなり，日照度の作用が強いことが認められる。次に，カリ施用区において施用カリ濃度 4～130ppm の範囲で日照度が高くなるのに対して葉内 N-K 率の分布は Fig. 2-15. のように日照度10～40%の範囲ではわずかに反

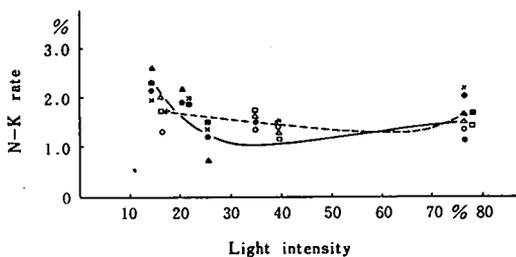


Fig. 2-15. The correlation between light intensity, fertilized nitrogen concentration (fertilized potassium concentration), and N-K rate of the leaf in *Quercus phillyraeoides* seedlings. The experiment in 1968.

比例して小さくなり，日照度40～80%の範囲ではわずかに正比例して大きくなる傾向があり，日照度の作用が弱いことが認められる。

2) ウバメガシ稚苗葉内 N-K 率と施用窒素濃度と施用カリ濃度との関係

1968年の実験結果によれば，施用窒素濃度 3～96ppm の範囲内で，施用窒素濃度が高くなるのに対して葉内 N-K 率の分布は Fig. 2-15. のようにわずかに正比例して大きくなり，葉

内 N-K 率は0.77~2.18と認められる。次に、施用カリ濃度 4~130ppm の範囲内で、施用カリ濃度が高くなるのに対して葉内 N-K 率の分布は Fig. 2-15. のようにわずかに正比例して大きくなり葉内 N-K 率は1.23~2.08と認められる。以上より、施用窒素濃度、施用カリ濃度の両作用とも弱いことが認められる。

7. 稚苗枯死率

(1) アカマツ稚苗

1) 稚苗枯死率と日照度との関係

1966年の実験結果によれば、日照度が高くなるのに対し、稚苗枯死率は Table 2-1. のように、施用窒素濃度 3~12ppm の範囲における日照度 2~20%において小さくなる傾向があり、次に Table 2-2. のように、施用カリ濃度 4~65ppm の範囲における日照度 2~20%において小さくなる傾向がある。これらの実験結果よりアカマツ稚苗枯死率は日照に強く影響を受け、施用窒素濃度 3~12ppm, 日照度 2~20%において、また、施用カリ濃度 4~65ppm, 日照度 2~20%の範囲において小さくなるものと認められる。

2) 稚苗枯死率と施用窒素濃度と施用カリ濃度との関係

Table 2-1. のように日照度 2~20%の範囲において、施用窒素濃度が濃くなるのに対し、3~12ppm までは枯死率は低いが、48ppm 以上になると著しく高くなる。施用窒素濃度の作用の強いことが認められる。次に、Table 2-2. のように、日照度 2~20%の範囲において施用カリ濃度が濃くなるのに対し、4~65ppm までは枯死率は低いが、130ppm 以上になると著しく高くなる。施用カリ濃度の作用も強いことが認められる。

Table 2-1. The correlation between light intensity, fertilized nitrogen concentration, and withering rate in *Pinus densiflora* seedlings

Light intensity Culture solution	1.5~2.1% mean 1.8%	9.6~10.6% mean 10.1%	19.1~21.3% mean 20.2%	83.0% mean 83.0%
N _{1/4}	18	0	3	9
N	15	0	0	20
N ₄	20	10	43	95
N ₈	85	48	98	100

Date of measurement: November 21 in 1966.

Table 2-2. The correlation between light intensity, fertilized potassium concentration, and withering rate in *Pinus densiflora* seedlings

Light intensity Culture solution	0.6~1.1% mean 0.9%	4.3~9.6% mean 7.0%	14.8~19.1% mean 17.0%	83.0% mean 83.0%
K _{1/4}	43	3	0	45
K	5	20	0	55
K ₄	10	3	3	68
K ₈	65	10	13	77

Date of measurement: November 11 in 1966.

(2) ヤシヤブシ稚苗

1) 稚苗枯死率と日照度との関係

1967年の実験結果によれば、稚苗枯死率の分布は Fig. 2-16. のように、施用窒素濃度48~96 ppm の範囲で、日照度が高くなるとともに枯死率が著しく高くなるが、施用窒素濃度 3~12ppm の範囲では日照度が高くなるのに対し、枯死率は正比例して大きくなる傾向がある。次に、施用カリ濃度 16~130ppm の範囲で、日照度が高くなるのに対し、枯死率は著しく高くなるが、施用カリ濃度 16ppm 以下の範囲では日照度が高くなるのに対し、枯死率は正比例して大きくなる傾向が認められる。以上より、稚苗枯死率は日照に著しく影響を受け、施用窒素濃度 3~12ppm 施用カリ濃度 16ppm 以下、日照度 4~20%の範囲において枯死率が低率となることが認められる。

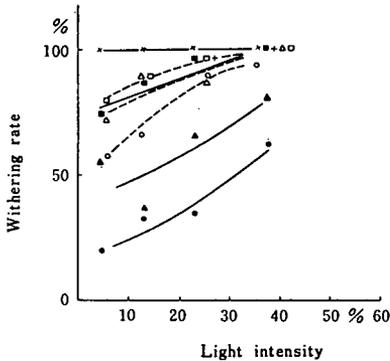


Fig. 2-16. The correlation between light intensity, fertilized nitrogen concentration (fertilized potassium concentration), and withering rate in *Alnus firma* seedlings.

The experiment in 1967.

3~12%では低率であるが、20%以上になると大となる。次に、施用カリ濃度が高くなるのに対し、枯死率が大きくなるが、濃度 16ppm 以上になると著しく大となり、日照度も13%以上になると著しく大となる傾向が認められる。

(3) ウバメガシ稚苗

1) 稚苗枯死率と日照度との関係

1968年の実験結果によれば、日照度が高くなるのに対して、10~80%の日照度の範囲において、稚苗枯死率はほとんど0であることが認められる。

2) 稚苗枯死率と施用窒素濃度と施用カリ濃度との関係

施用窒素濃度 3~96ppm において、窒素濃度が高くなるのに対して、施用カリ濃度 4~130 ppm において、カリ濃度が高くなるのに対して、稚苗枯死率はほとんど0であることが認められる。

総 括

アカマツ、ヤシヤブシ、ウバメガシ稚苗における日照と施用窒素濃度と施用カリ濃度との関係は次のとおりである。

研究項目	反応別			アカマツ稚苗生育に対する有効範囲			備考
	作用の強弱			日照	施用窒素濃度	施用カリ濃度	
	日照	施用窒素濃度	施用カリ濃度				
主軸伸長	強	弱	弱	2~20%	3~96 ppm	4~130 ppm	有効範囲における反応を示す。
乾物生産	著しく強	弱	弱	10~80	3~96	4~130	同上
尋常葉発現	強	弱	弱	5~20	3~96	4~130	同上
冬芽形成	強	強	弱	20~80	3~48	4~65	同上
葉内窒素含有率	弱	強	—	2~80	3~12	—	葉内窒素含有率範囲 0.85~1.97%
葉内カリ含有率 (窒素施用区)	弱	弱	—	2~80	3~12	—	葉内カリ含有率範囲 0.88~1.24%
葉内窒素含有率	弱	—	弱	2~20	—	4~65	葉内窒素含有率範囲 1.08~1.63%
葉内カリ含有率 (カリ施用区)	弱	—	強	2~20	—	4~65	葉内カリ含有率範囲 0.83~1.88%
葉内 N-K 率 (窒素施用区)	弱	強	—	2~80	3~12	—	葉内 N-K 率範囲 1.07~1.84
葉内 N-K 率 (カリ施用区)	弱	—	弱	2~20	—	4~65	葉内 N-K 率範囲 0.80~1.54
枯死率	強	強	強	2~20 2~20	3~12	4~65	施用窒素区枯死率低率範囲 施用カリ区 "

研究項目	反応別			ヤシヤブシ稚苗生育に対する有効範囲			備考
	作用の強弱			日照	施用窒素濃度	施用カリ濃度	
	日照	施用窒素濃度	施用カリ濃度				
主軸伸長	弱	弱	弱	4~20%	3~48 ppm	4~65 ppm	有効範囲における反応を示す。
乾物生産	強	弱	弱	4~20	3~48	4~65	同上
葉内カリ含有率 (窒素施用区)	強	弱	—	4~20	3~12	—	葉内カリ含有率範囲 1.82~2.31%
葉内カリ含有率 (カリ施用区)	弱	—	強	4~20	—	4~16	葉内カリ含有率範囲 1.64~1.87%
枯死率	著しく強	強	強	4~20	3~12	4~16	枯死率低率範囲

研究項目	反応別 処理別			ウバメガシ稚苗生育 に対する有効範囲			備 考
	作用の強弱	日 照	施用窒素濃度	施用カリ濃度	日 照	施用窒素濃度	
主 軸 伸 長	強	強	弱	10~80%	ppm 3~96	ppm 4~130	有効範囲における反応を示す。
乾 物 生 産	著しく強	強	弱	10~80	3~96	4~130	同 上
葉内窒素含有率	強	強	—	10~80	3~96	—	葉内窒素含有率範囲 0.63~1.89%
葉内カリ含有率 (窒素施用区)	弱	弱	—	10~80	3~96	—	葉内カリ含有率範囲 0.61~1.05%
葉内窒素含有率	弱	—	弱	10~80	—	4~130	葉内窒素含有率範囲 1.08~1.78%
葉内カリ含有率 (カリ施用区)	弱	—	弱	10~80	—	4~130	葉内カリ含有率範囲 0.75~1.04%
葉内 N-K 率 (窒素施用区)	強	弱	—	10~80	3~96	—	葉内 N-K 率範囲 0.77~2.18%
葉内 N-K 率 (カリ施用区)	弱	—	弱	10~80	—	4~130	葉内 N-K 率範囲 1.23~2.08
枯 死 率	弱	弱	弱	10~80	3~96	4~130	枯死率低率範囲

文 献

- 1) 北海道大学理学部植物生理学教室編, 植物生理学実習, 76 (1951).
- 2) 京都大学農学部農芸化学教室編, 農芸化学実験書上巻, 123-124 (1951).
- 3) 植物栄養学実験編集委員会編, 植物栄養学実験, 43-44 (1961).
- 4) 牧坂三郎, 林木稚苗における日照と施用窒素濃度と施用カリ濃度との相互作用に関する研究-I. スギ稚苗における1成分濃度の変動による相互作用, 高知大学学術研究報告, 21巻(農13号), (1972).
- 5) 牧坂三郎, 同上-II. スギ稚苗における2施用成分濃度の変化による相互作用, 高知大学学術研究報告, 22巻(農1号), (1973).

(昭和49年5月10日受理)