

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

I. The Interaction caused by the Change of One of the Fertilized Components in Sugi (*Cryptomeria japonica* D. Don) 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 Sugi seedlings under the conditions which were in combination with three kinds of factors: light intensity, fertilized nitrogen concentration, fertilized potassium concentration. 2. The following interactions are considered on the basis of experimental results. (1). The elongation of main axis; the action and the effective limits of light intensity : very strong, 5~50%; fertilized nitrogen concentration : strong, 3~96 ppm; fertilized potassium concentration : weak, 4~130 ppm. (2). The increase of dry matter; very strong, 10~60%; strong, 3~96 ppm; weak, 4~130 ppm. (3). The development of branching; very strong, 10~60%; weak, 3~96 ppm; strong, 4~130 ppm. (4). T-R rate; strong, 10~80%; weak, 3~96 ppm; weak, 4~65 ppm. (5). The nitrogen concentration and potassium concentration of the Sugi leaf in fertilized nitrogen plot; the effective limits of nitrogen concentration in the leaf: 1.00~2.53%; potassium concentration in the leaf: 0.66~1.10%. (6). In fertilized potassium plot; 1.25~2.29%; 0.75~1.58%. (7). The N-K rate in Sugi leaf in fertilized nitrogen plot; the effective limits in the leaf: 1.26~3.30. (8). In fertilized potassium plot; 0.82~2.66. (9). The withering rate in Sugi seedlings; the effect and the low withering rate of light intensity : strong, 4~50%; fertilized nitrogen concentration : strong, 3~48 ppm; fertilized potassium concentration : strong, 4~65 ppm.

緒 言

本研究は日照、窒素、カリの3要素を主体とし、林木稚苗の各器官に与える作用および効果、相互の関係などを研究の対象にした。日照における日照度は、たえず変化して一定しない、きわめて不安定なる状態のもので、これを瞬間的にとらえ稚苗の生育との関連性を明らかにすることは容易でないが、短時間に多数の場所の日照度を測定し、その時間の日照度の差と稚苗の各器官の生育との差異を明らかにして相互関係を推論することにしたのである。栄養素の種類も多数で、その作用も単独の場合、複合して作用する場合など考えられるので、その効果を分析推定することは慎重を要し、また、栄養素施用において、その栄養素の濃度により、その効果を異にするばかりでなく、濃度限界も存在し、また、濃度により栄養素が有害に作用して、生育を阻害することも考えられるので生育の効果を正確に示すことは難しい問題である。しかしながら、多くの栄養素の中、窒素とカリの2要素を選び、それぞれの施用濃度と日照という不安定なる要素と組み合わせ、スギ稚苗の生育に与える効果および相互作用について検討したのである。

材 料 お よ び 方 法

1966年度実験¹⁾：供試材料はスギ稚苗で種子産地の詳細は次のとおりである。樹種，Sugi (*Cryptomeria japonica* D. Don)，名称，ヤナセスギ，採取場所，高知県安芸郡馬路村朝日出山3林班，1965年11月採取，緯度33°N，標高800m，母樹林令115年。

スギ種子は粒径2.5~3.0mmのものを選別し，1966年4月14日川砂を深さ1cmに敷いたバット(40×26×12cm)内に播種し，4月28日ごろより発芽し始め5月2日には約20%の発芽を見た。5万分の1ワグネルポットを，128ポット用意し，それぞれのポットに下部5cmの深さに川礫その上部15cmの深さに川砂を入れた。5月6日スギ発芽種子を各ポットに6本あて移植した。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3種類に分け，各要素濃度を4種類に分け，それぞれ組合わせた。各単位の培養区にもそれぞれ4ポットを用意した。7月19日11~13時晴天日に日照度を測定した。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²⁾の10倍稀釈液を標準液とした。この標準液のN, K₂Oの各量を基準とし，その基準量の $\frac{1}{4}$, 1, 4, 8倍の培養液を作成した。その濃度はそれぞれNは3, 12, 48, 96 ppm, K₂Oは4, 16, 65, 130 ppmとし，その表示は窒素の場合はN $\frac{1}{4}$, N, N₄, N₈とし，カリの場合はK $\frac{1}{4}$, K, K₄, K₈とした。培養液組成を示すと窒素培養液組成はTable 1-2, カリ培養液組成はTable 1-3のとおりである。

培養方法は砂耕法により，培養液の作成には高知大学農学部構内の井戸水を使用した。井戸水の主な成分の含量* は硝酸(NO₃⁻), 2.0

Table 1-1. Light intensity in each experimental plot of Sugi seedlings in 1966

Changed nutrient	Light intensity		
Nitrogen	0.9~1.0%	6.4~11.7	8.5~20.2
	mean 1.0%	mean 9.1	mean 14.4
Potassium	1.0~1.5	5.7~7.7	17.0~23.4
	mean 1.3	mean 6.7	mean 20.2

Notes. External light intensity of glass house: mean 94,000 lux (100%).

Date of measurement: 11~13 o'clock July 19 in 1966, clear day.

Table 1-2. Nitrogen culture solution composition

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

Notes. N nitrogen concentration = N nitrogen standard content = one-tenth diluent of Knop's reformed water culture solution.
1 drop : 0.05 ml.

Table 1-3. Potassium culture solution component

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

Notes. K potassium concentration = K₂O potassium standard content = one-tenth diluent of Knop's reformed water culture solution.
1 drop : 0.05 ml.

ppm, 亜硝酸 (NO_2^-), <0.01 ppm, アンモニア, Negative, リン酸 (PO^{-3}), 0.65 ppm, カリ (K^+), 1.08 ppm である。*高知大学助手亀谷禧枝測定

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)1ポットあて200 ml 施用し, 夏季は乾燥がはなはだしいので井戸水で灌水した。培養液は6月3日より11月4日まで45回施用した。掘取りは窒素区は11月21日, カリ区は11月11~14日におこなった。スギ稚苗葉部の窒素分析³⁾ はケールダール法により; カリ分析⁴⁾ は炎光分析によった。

1967年度実験⁵⁾: 供試材料はスギ稚苗で種子産地の詳細は次のとおりである。採取場所, 高知県奈半利営林署西谷山国有林7は林小班, 1965年10月採取, 標高, 約800 m, 母樹林令, 約150年。

1967年4月21日にバット(40×26×12cm)内に深さ3 cmに川砂を敷きスギ種子を播種した。5万分の1ワグネルポットを128ポット用意し, それぞれのポットに下部5 cmの深さに川礫, その上部15cmの深さに川砂を入れた。5月18~19日スギ発芽種子を各ポットに6本あて移植した。試験設計は1966年度実験と同様で, 実験区を窒素とカリの2要素区に分け, 各要素区において日照度と各要素濃度4種類と組合わせた。各単位の培養区に4ポットを用意し4回繰返しとした。7月21日11.30~12.30時晴天日に日照度を測定した。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年度実験と同じ。

6月7日より日照処理および培養液施用を開始した。培養液は週2回(火, 金)1ポットあて200ml施用し, 夏季乾燥のはなはだしいときは灌水した。培養液は6月7日より7月8日まで週2回, 7月10日より8月12日まで週1回, 8月14日より10月24日まで週2回, 計36回施用した。掘取りは10月26~28日に行った。スギ稚苗葉部の窒素分析はケールダール法, カリ分析は炎光分析によった。

1968年度実験: 供試材料はスギ稚苗で種子産地の詳細は次のとおりである。採取場所, 高知県魚梁瀬営林署宝蔵坊山, 1967年10月採取, 標高800~1,000 m, 母樹林令100~150年。

1968年4月30日にスギ種子をバット(34×26×5 cm)内の深さ3 cmの川砂上に播種した。5万分の1ワグネルポットを132ポットを用意し, それぞれのポットに下部5 cmの深さに川礫, その上部15 cmの深さに川砂を入れた。5月24日スギ発芽種子を各ポットに8本あて移植した。試験設計は1966年度実験と同様で, 実験区を窒素とカリの2要素区に分け, 各要素区において日照度を3種類に分け, 各要素濃度4種類に分け, それぞれ組合わせた。各単位の培養区に4ポットを用意し4回繰返しとした。8月12日13~14時晴天日に日照度を測定した。その日照度は Table 1-5 のとおりである。

培養液, 培養方法は1966年度実験と同じ。

Table 1-4. Light intensity in a plot of Sugi seedlings in 1967

Changed nutrient	Light intensity
Nitrogen	2.1~7.0% mean 4.6%
Potassium	2.3~5.1 mean 3.7

Notes. External light intensity of glass house: mean 94,000 lux (100%)
Date of measurement: 11.30~12.30 o'clock July 21 in 1967, clear day.

Table 1-5. Light intensity in each experimental plot of Sugi seedlings in 1968

Changed nutrient	Light intensity		
Nitrogen	6.4~27.5%	21.7~67.3	65.9~86.9
	mean 17.0%	mean 44.5	mean 76.4
Potassium	26.1~45.1	36.4~72.8	65.9~86.9
	mean 35.6	mean 54.6	mean 76.4

Notes. External light intensity of glass house: mean 92,000 lux (100%).
Date of measurement: 13~14 o'clock August 12 in 1968, clear day.

日照処理は6月18日、培養液施用は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、夏季乾燥季には井戸水で灌水した。培養液は6月24日より10月28日まで19回施用した。スギ稚苗葉部の窒素含量の定量はケールダール法、カリ定量は炎光分析で行った。

結果および考察

(1) スギ稚苗伸長との関係

i) スギ稚苗主軸伸長と日照度との関係

1966, 1967, 1968年の3カ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. 2-1のように日照度10~30%を最高とする曲線で示され、実験結果より5~50%が有効日照度と認められ、日照度1~5%は主軸伸長の差が著しく、日照度30~80%では主軸伸長が漸減する傾向があり、日照度の外に温度の上昇による影響が認められる。

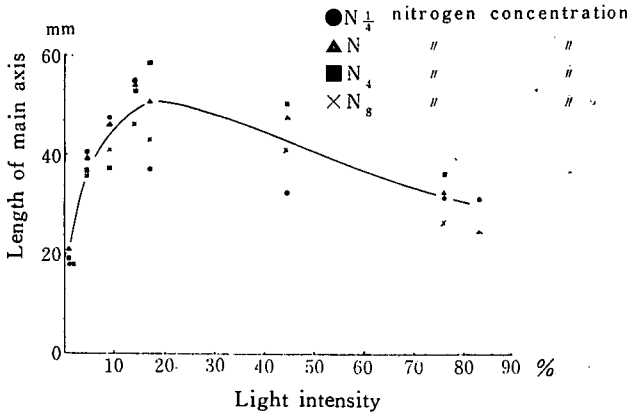


Fig. 2-1. The correlation between light intensity, fertilized nitrogen concentration, and length of main axis in Sugi seedlings. The experiment in 1966, 1967, 1968.

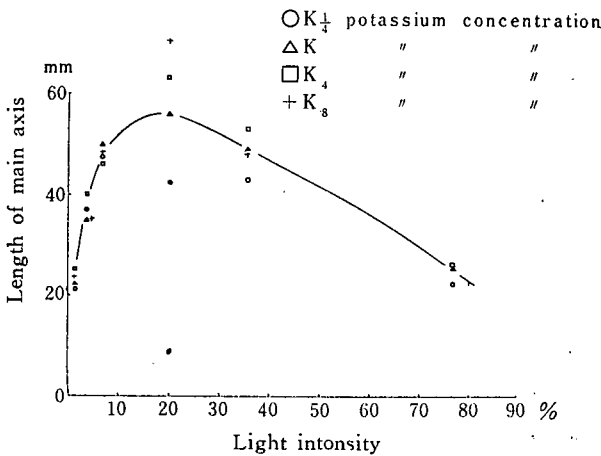


Fig. 2-2. The correlation between light intensity, fertilized potassium concentration, and length of main axis in Sugi seedlings. The experiment in 1966, 1967, 1968.

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て主軸長の分布は、Fig. 2-2のように日照度10~30%を最高とする曲線で示され、施用窒素濃度の場合より作用が強いことが認められる。両施用濃度における共通の有効日照範囲は5~50%と考えられる。以上の実験結果より施用窒素濃度3~96ppm、施用カリ濃度4~130ppmの範囲におけるスギ稚苗主軸長の有効日照範囲は5~50%で、日照度の作用は著しく強いことが認められる。

ii) スギ稚苗主軸伸長と施用窒素濃度と施用カリ濃度との関係

1966, 1967, 1968年の3カ年の実験結果によれば、日照度1~76%の範囲における主軸長の分布はFig. 2-3のように施用窒素濃度が濃くなるとともに日照度1~9%では主軸長が小さくなる傾向があり、日照度17~44%では施用窒素濃度40~60ppmにおいて最高の主軸長をもつ曲線となり、日照度76%でもその傾向が残り、全体に主軸長が小さくなる傾向が認められ、したがって、施用窒素濃度の作用は強いということが認められる。次に Fig. 2-4. のよ

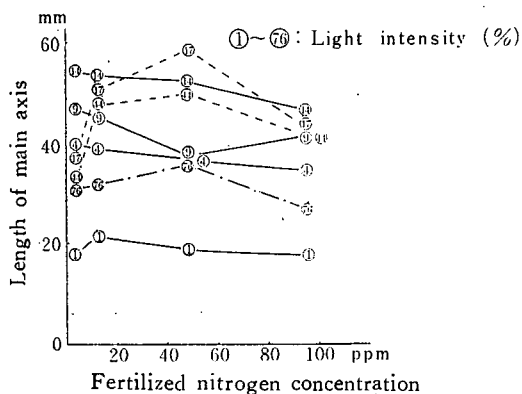


Fig. 2-3. The correlation between fertilized nitrogen concentration and length of main axis in Sugi seedlings. The experiment in 1966, 1967, 1968.

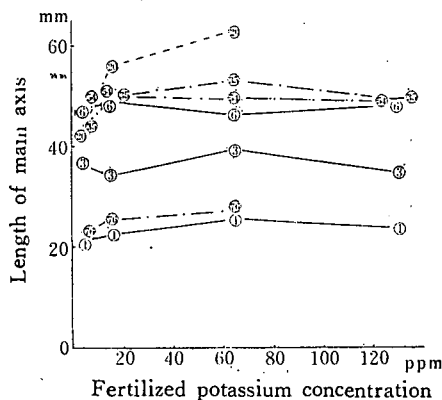


Fig. 2-4. The correlation between fertilized potassium concentration and length of main axis in Sugi seedlings. The experiment in 1966, 1967, 1968.

うに施用カリ濃度が高くなるとともに日照度1.3~76%の範囲において、日照度1~6%では施用カリ濃度40~60 ppmで主軸伸長があるが全体として主軸長が小さくなる傾向があり、日照度20%前後で施用カリ濃度とともに主軸長が著しく伸長する傾向がある。日照度35~76%では施用カリ濃度40~80 ppmで主軸伸長が大となり、全体として主軸長が大きくなる傾向があり、施用カリ濃度の作用は弱いことが認められる。

(2) スギ稚苗風乾重との関係

i) スギ稚苗風乾重と日照度との関係

1966, 1967, 1968年の3カ年の実験結果によれば、施用窒素濃度3~96 ppmの範囲において日照度が高くなるのに対して風乾重の分布は、Fig. 2-5. のように日照度10~30%を最高とする曲線で示され、実験結果より10~60%が有効日照度と認められ、日照度1~10%は風乾重の差が著しく、30~80%では風乾重が漸減する傾向があり、日照度の外に温度の上昇による影響が認められる。次に施用カリ濃度4~130 ppmの範囲において日照度が高くなるのに対して風乾重の分布は、Fig. 2-6. のように日照度10~30%を最高とする曲線で示され、施用窒素濃度の場合より作用が強いことが認められる。両施用濃度における共通の有効日照範囲は10~60%と考えられる。以上の実験結果より施用窒素濃度3~96 ppm, 施用カリ濃度4~130 ppmの範囲におけるスギ稚苗風乾重の有効日照範囲は10~60%で、日照度の作用は著しく強いことが認められる。

ii) スギ稚苗風乾重と施用窒素濃度と施用カリ濃度との関係

1966, 1967, 1968年の3カ年の実験結果によれば、日照度1~76%の範囲における風乾重の分布はFig. 2-7. のように施用窒素濃度が濃くなるとともに日照度1~14%では風乾重の差はわずかであるが、日照度には正比例して風乾重が大きくなり、14%において著しく大きくなる傾向がある。日照度17~44%では施用窒素濃度10~60 ppmの範囲で最高の風乾重のある曲線となり、日照度76%でも、その傾向が残るが、風乾重は小さくなる傾がある。したがって、施用窒素濃度は風乾重の大きさに強く作用することが認められる。次に Fig. 2-8. のように施用カリ濃度が濃くなるとともに日照度1.3~76%の範囲において、日照度1~6%では施用カリ濃度による差はわずかで風乾重は全体に小さい。日照度20~25%では施用カリ濃度60~80 ppmの範囲で最高の風乾重をもつ曲線となり、風乾重も著しく大きくなる傾向があり、日照度54~76%では、施用カリ濃度による差は小さく影響は弱い、したがって、施用カリ濃度による作用は弱いことが認められる。

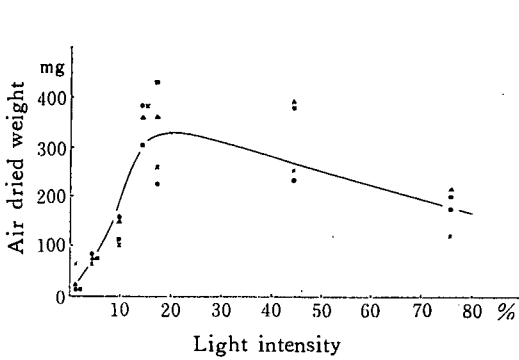


Fig. 2-5. The correlation between light intensity, fertilized nitrogen concentration, and air dried weight in Sugi seedlings. The experiment in 1966, 1967, 1968.

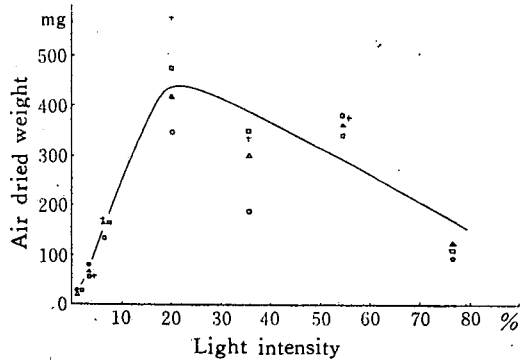


Fig. 2-6. The correlation between light intensity, fertilized potassium concentration, and air dried weight in Sugi seedlings. The experiment in 1966, 1967, 1968.

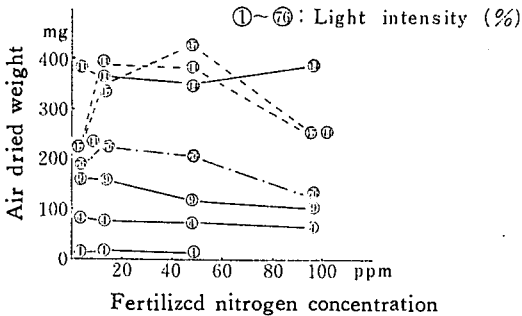


Fig. 2-7. The correlation between fertilized nitrogen concentration and air dried weight in Sugi seedlings. The experiment in 1966, 1967, 1968.

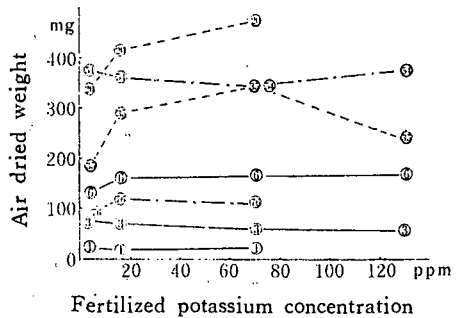


Fig. 2-8. The correlation between fertilized potassium concentration and air dried weight in Sugi seedlings. The experiment in 1966, 1967, 1968.

(3) スギ稚苗分枝発現率* との関係

i) スギ稚苗分枝発現率と日照度との関係

1966, 1967, 1968年の3カ年の実験結果によれば, 施用窒素濃度3~96 ppm の範囲において日照度が高くなるのに対して分枝発現率の分布は, Fig. 2-9. のように日照度10~20%を最高とする曲線で示され, 実験結果より日照度10~60%が有効日照度と認められ, 日照度1~10%は分枝発現率の差が大きく, 日照度30~80%では分枝発現率が漸減する傾向がある。次に施用カリ濃度4~130 ppm の範囲において日照度が高くなるのに対して分枝発現率の分布は, Fig. 2-10. のように日照度10~30%を最高とする曲線で示され, 実験結果により, 日照度10~60%が有効日照度と認められ, 施用窒素濃度の場合より作用が強いことが認められる。両施用濃度における共通の有効日照度は10~60%と考えられる。以上の実験結果より施用窒素濃度3~96 ppm, 施用カリ濃度4~130 ppm の範囲におけるスギ稚苗分枝発現率の有効日照範囲は10~60%で, 日照度の作用は著しく強いことが認められる。

ii) スギ稚苗分枝発現率と施用窒素濃度と施用カリ濃度との関係

1966, 1967, 1968年の3カ年の実験結果によれば, 日照度1~76%の範囲における分枝発現率の

* 分枝発現率: $\frac{\text{分枝総本数}}{\text{供試本数}} \times 100$

分布は Fig. 2-11. のように施用窒素濃度が高くなるのに対して、日照度1~14%の範囲では、小さくなる傾向があり、日照度17~44%では施用窒素濃度10~60 ppmにおいて最高の発現率をもつ曲線となり、日照度76%で施用窒素濃度に反比例して小さくなる傾向が認められ、したがって施用窒素濃度の作用は弱いことが認められる。次に Fig. 2-12. のように施用カリ濃度が高くなるのに対して日照度1~6%の範囲では、発現率は大体同率で、日照度20~54%では施用カリ濃度10~80 ppmにおいて最高の発現率をもつ曲線となり、日照度76%では大体同率となる傾向が認められ、施用カリ濃度の作用が強いことが認められる。

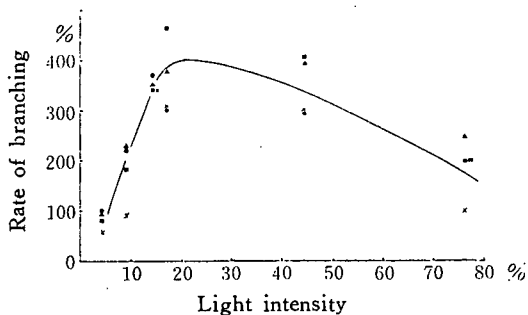


Fig. 2-9. The correlation between light intensity, fertilized nitrogen concentration, and rate of branching in Sugi seedlings. The experiment in 1966, 1967, 1968.

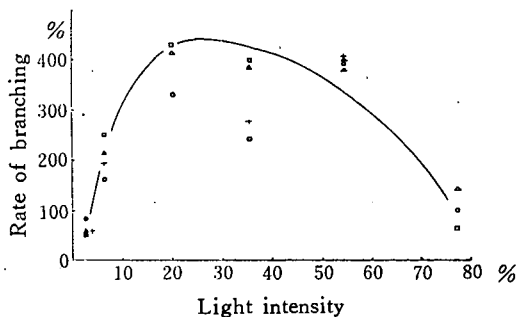


Fig. 2-10. The correlation between light intensity, fertilized potassium concentration, and Rate of branching in Sugi seedlings. The experiment in 1966, 1967, 1968.

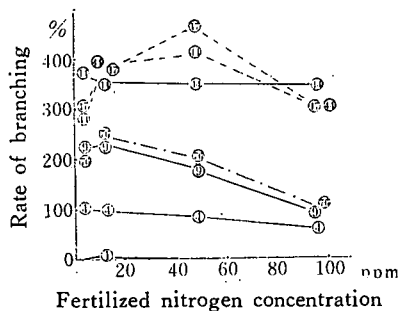


Fig. 2-11. The correlation between fertilized nitrogen concentration and rate of branching in Sugi seedlings. The experiment in 1966, 1967, 1968.

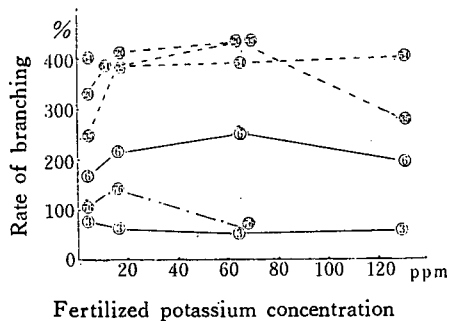


Fig. 2-12. The correlation between fertilized potassium concentration and rate of branching in Sugi seedlings. The experiment in 1966, 1967, 1968.

(4) スギ稚苗 T-R 率との関係

i) スギ稚苗 T-R 率と日照度との関係

1967, 1968年の2カ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稚苗T-R率の分布は、Fig. 2-13. のように日照度10~80%を最低とする曲線を示し、この日照度の範囲においてT-R率2.0~3.5となり、これらの実験結果より日照度10~80%において良苗がえられるものと認められる。次に、施用カリ濃度4~65ppmの範囲において、日照度が高くなるのに対して稚苗T-R率の分布は、Fig. 2-14. のように日照度10~80%においてT-R率2.0~3.5になっており、これらの実験結果より日照度10~80%において良苗をえられるものと認められる。以上の結果より施用窒素濃度3~96ppm、施用カリ濃度4~65ppmの範囲におけ

るスギ稚苗T-R率2.0~3.5の有効日照度は10~80%で、日照度の作用は強いことが認められる。

ii) スギ稚苗T-R率と施用窒素濃度と施用カリ濃度との関係

日照度1~76%の範囲における稚苗T-R率の分布は、Fig. 2-15. のように施用窒素濃度が濃くなるのに対して日照度17~44%の範囲においてT-R率は大きくなるが、T-R率は2.0~3.5をえられ、日照度4%, 76%においてはT-R率は3.5以上となり良苗がえられない。次に日照度1.3~76%の範囲において稚苗T-R率の分布は、Fig. 2-16. のように日照度54%にして施用カリ濃度10~130ppmの範囲、および日照度35~76%にして施用カリ濃度10~60ppmの範囲においてT-R率2.0~3.5の良苗がえられるが施用カリ濃度60ppm以上、日照度3%では3.5以上の良好でない苗しかえられない。したがって、両施用濃度とも稚苗T-R率に対する作用は弱いものと認められる。

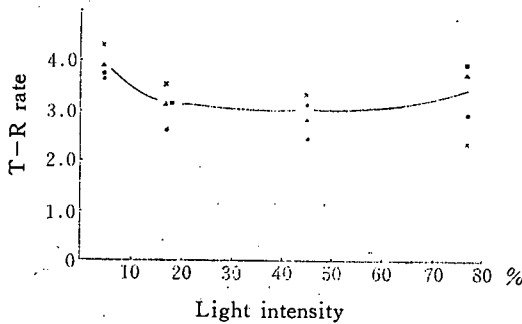


Fig. 2-13. The correlation between light intensity, fertilized nitrogen concentration, and T-R rate in Sugi seedlings. The experiment in 1966, 1967, 1968.

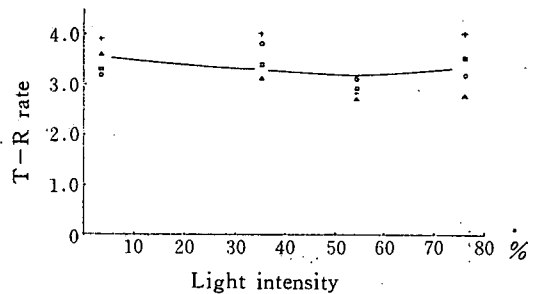


Fig. 2-14. The correlation between light intensity, fertilized potassium concentration, and T-R rate in Sugi seedlings. The experiment in 1966, 1967, 1968.

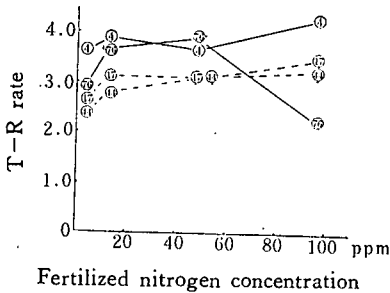


Fig. 2-15. The correlation between fertilized nitrogen concentration and T-R rate in Sugi seedlings. The experiment in 1966, 1967, 1968.

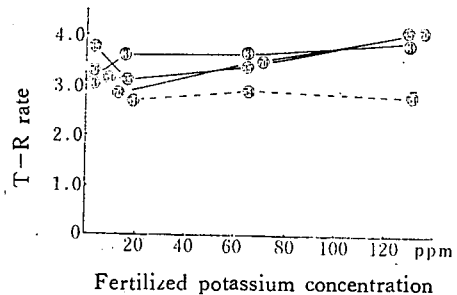


Fig. 2-16. The correlation between fertilized potassium concentration and T-R rate in Sugi seedlings. The experiment in 1966, 1967, 1968.

(5) スギ稚苗案内における窒素含有率とカリ含有率との関係

i) 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, 1967, 1968の3カ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葉内の窒素含有率とカリ含有率は、Fig. 2-17. のように、ともに日照度1~10%で含有率高く、日照度10%以上になると、ともに減少する傾向がある。これらの実験結果より、日照の作用は弱く、日照の有効範囲は乾物生産より日照度10~60%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

1966, 1967, 1968年の3カ年の実験結果によれば, 日照度1~76%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. 2-18. のように, 施用窒素濃度が濃くなるにしたがって, 葉内窒素含有率が大きくなる傾向が認められる。葉内窒素含有率は1.00~2.53%の範囲で, カリ施用の場合より葉内窒素含有率が大きいことが認められる。葉内カリ含有率は0.66~1.10%の範囲で, 施用窒素濃度の濃くなるのに対して反応は小さい。以上の実験結果より施用窒素濃度の作用が強いことが認められる。

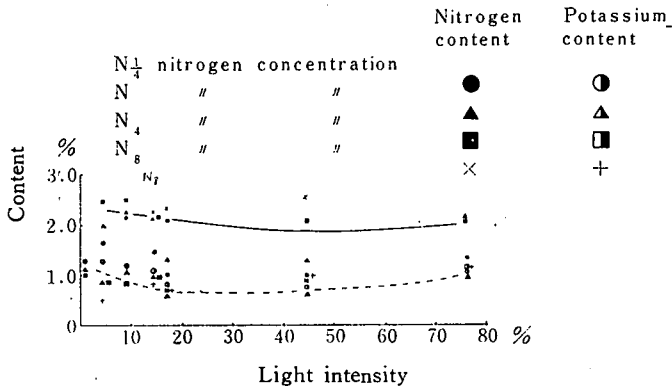


Fig. 2-17. The correlation between light intensity, fertilized nitrogen concentration, and, nitrogen and potassium concentration of the leaf, in Sugi seedlings. The experiment in 1966, 1967, 1968.

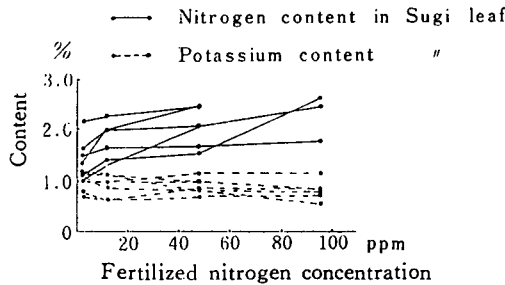


Fig. 2-18. The correlation between fertilized nitrogen concentration and nitrogen and potassium concentration of the leaf in Sugi seedlings. The experiment in 1966, 1967, 1968.

ii) 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

1966, 1967, 1968年の3カ年の実験結果によれば, 施用カリ濃度4~130 ppmの範囲において日照度が高くなるのに対して葉内の窒素含有率とカリ含有率は, Fig. 2-19. のように窒素施用区と同様に, とともに日照度1~10%では含有率高く, 日照度10%以上になると, とともに減少する傾向がある。これらの実験結果より日照の作用は弱く, 日照の有効範囲は乾物生産より日照度10~60%と認められる。

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

1966, 1967, 1968年の3カ年の実験結果によれば, 日照度1.3~76%の範囲における葉内窒素含有率と葉内カリ含有率の分布は, Fig. 2-20. のように, 施用カリ濃度が濃くなるのにしたがって, 葉内カリ含有率が大きくなる傾向が認められる。葉内カリ含有率は0.75~1.58%の範囲で, 窒素施用の場合より葉内カリ含有率が大きくなることが認められる。葉内窒素含有率は1.25~2.29%の範

圃で、施用カリ濃度の濃くなるのに対して反応が小さい。以上の実験結果より施用カリ濃度の作用が強いことが認められる。

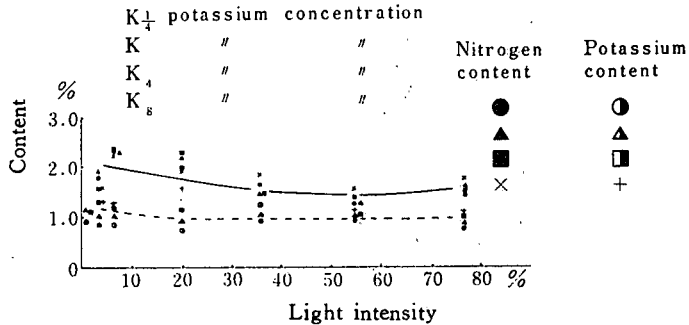


Fig. 2-19. The correlation between light intensity, fertilized potassium concentration, and, nitrogen and potassium concentration of the leaf, in Sugi seedlings. The experiment in 1966, 1967, 1968.

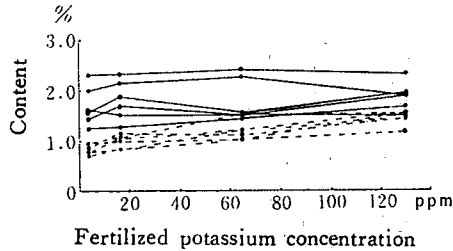


Fig. 2-20. The correlation between fertilized potassium concentration and nitrogen and potassium concentration of the leaf in Sugi seedlings. The experiment in 1966, 1967, 1968.

(6) スギ稚苗葉内N-K率* との関係

i) スギ稚苗葉内N-K率と日照度との関係

1966, 1967, 1968年の3カ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. 2-21. のように有効日照度10~60%の範囲において葉内N-K率は一定の傾向があり、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. 2-22. のように有効日照度10~60%の範囲において葉内N-K率は小さくなる傾向がある。以上の実験結果より日照による作用は弱いものと認められる。

ii) スギ稚苗葉内N-K率と施用窒素濃度と施用カリ濃度との関係

1966, 1967, 1968年の3カ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. 2-23. のように施用窒素濃度に正比例して著しく大きくなる傾向があり、葉内N-K率は1.26~3.30と認められる。

次に施用カリ濃度4~130 ppm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. 2-24. のように施用カリ濃度に反比例して小さくなる傾向があり、葉内N-K率は0.82~2.66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）

これらの実験結果より葉内N-K率は施用窒素濃度の作用も、施用カリ濃度の作用も強く受け、N-K率は相反する傾向があり、施用窒素濃度の作用は著しく強く、施用カリ濃度の作用も強いことが認められる。

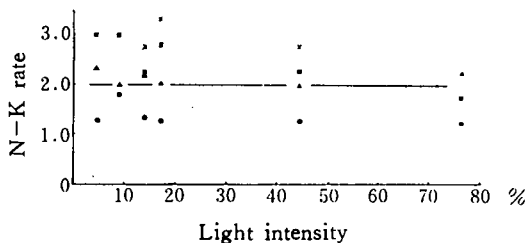


Fig. 2-21. The correlation between light intensity, fertilized nitrogen concentration, and N-K rate of the leaf in Sugi seedlings. The experiment in 1966, 1967, 1968.

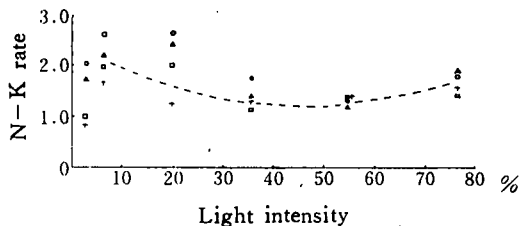


Fig. 2-22. The correlation between light intensity, fertilized potassium concentration, and N-K rate of the leaf in Sugi seedlings. The experiment in 1966, 1967, 1968.

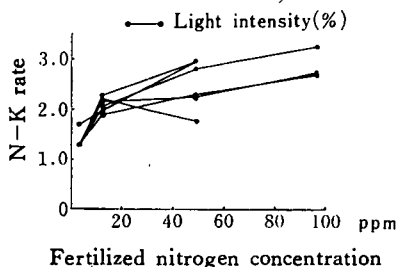


Fig. 2-23. The correlation between fertilized nitrogen and N-K rate of the leaf in Sugi seedlings. The experiment in 1966, 1967, 1968.

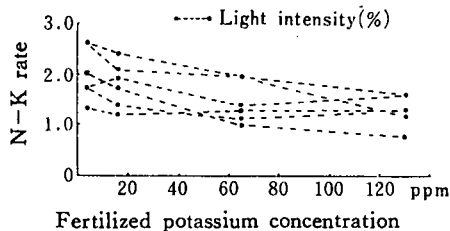


Fig. 2-24. The correlation between fertilized potassium concentration and N-K rate in Sugi seedling. The experiment in 1966, 1967, 1968.

(7) スギ稚苗枯死率との関係

i) スギ稚苗枯死率と日照度との関係

1966, 1967, 1968年の3カ年の実験結果によれば、日照度が高くなるのに対して枯死率は Table 2-1. のように、施用窒素濃度 3~12 ppm の範囲において日照度 4%以下は高く、4~50%までは著しく低く、50%以上は高くなる。したがって、施用窒素濃度 3~12ppm, 日照度 4~50%の範囲が最低枯死率であるが、施用窒素濃度 3~48 ppm, 日照度 4~50%までは枯死率低率と認められる。次に Table 2-2. のように、施用カリ濃度 4~130 ppm の範囲において日照度 3%以下は高く、3~20%までは著しく低く、35%以上は高くなる。したがって、施用カリ濃度 4~130 ppm, 日照度 4~20%の範囲が枯死率最低であるが、施用カリ濃度 4~65ppm, 日照度 4~50%の範囲は枯死率低率と認められる。以上の実験結果より両施用濃度区とも日照度の作用は強いものと認められる。

ii) スギ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、48 ppm 以上になると著しく高くなる。施用窒素の作用の強いことが認められ、次に Table 2-2. のように 4~65ppm までは枯死率は低いが、130 ppm 以上になると高くなる。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 Sugi seedlings

Culture solution	Light intensity						
	*	**	*	*	***	***	***
	1.0 %	4.6	9.1	14.4	17.0	44.5	76.4
N $\frac{1}{4}$	20	5	0	5	0	9	41
N	30	0	5	0	6	3	66
N $\frac{1}{2}$	50	25	10	30	6	31	84
N $\frac{3}{4}$	80	75	45	45	53	66	92

Date of measurement :
 * October 8 in 1966.
 ** October 9 in 1967.
 *** October 23 in 1968.

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

Culture solution	Light intensity						
	*	**	*	*	***	***	***
	1.3%	3.7	6.7	20.2	35.6	54.6	76.4
K $\frac{1}{4}$	45	0	0	0	6	6	69
K	55	0	0	0	13	25	47
K $\frac{1}{2}$	35	10	0	5	6	25	81
K $\frac{3}{4}$	30	15	0	0	41	41	91

Date of measurement :
 * October 11 in 1966.
 ** October 7 in 1967.
 *** October 23 in 1968.

総 括

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関係は次のとおりである。

研究項目	反応別			スギ稚苗生育に対する有効範囲			備 考
	作用の強弱			有効範囲			
	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	著しく強	強	弱	5~50 %	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	強	弱	10~60	3~96	4~130	同 上
分 枝 発 現	著しく強	弱	強	10~60	3~96	4~130	同 上
T - R 率	強	弱	弱	10~80	3~96	4~65	T-R率範囲 2.0~3.5

葉内窒素含有率	弱	強	—	10~60	3~96	—	葉内窒素含有率範囲 1.00~2.53%
葉内カリ含有率 (窒素施用区)	弱	強	—	10~60	3~96	—	葉内カリ含有率範囲 0.66~1.10%
葉内窒素含有率	弱	—	弱	10~60	—	4~130	葉内窒素含有率範囲 1.25~2.29%
葉内カリ含有率 (カリ施用区)	弱	—	強	10~60	—	4~130	葉内カリ含有率範囲 0.75~1.58%
葉内 N-K 率 (窒素施用区)	弱	強	—	10~60	3~96	—	葉内 N-K 率範囲 1.26~3.30
葉内 N-K 率 (カリ施用区)	弱	—	強	10~60	—	4~130	葉内 N-K 率範囲 0.82~2.66
枯 死 率	強	強	強	4~50	3~48	4~65	枯死率低率範囲を示す。

引用文献

- 1) 牧坂三郎, スギ稚苗における日照と肥料3要素濃度との相互作用について, 78回日林講, 280~28 (1967)
- 2) 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)
- 3) 京都大学農学部農芸化学教室編, 農芸化学実験書上巻, 123~12 (1951)
- 4) 植物栄養学実験編集委員会編, 植物栄養学実験, 43~44 (1961)
- 5) 牧坂三郎, スギならびにヤシヤブシ稚苗における日照と肥料3要素濃度との関係, 79回日林講, 134~135 (1968)

(昭和47年9月30日受理)

