

# スギ苗の生長に対する尿素の葉面散布効果と、 晩夏の苗の無機養分と秋の伸長量との関係

助教授 渡 辺 章

Akira WATANABE:

The effects of the foliar spray of urea on the absorption of nitrogen of Sugi seedlings (*Cryptomeria japonica*), and the relations between mineral nutrient contents of seedlings in late summer and their growth in height in autumn.

## 1. ま え が き

筆者は先<sup>7)</sup>に、スギ苗の秋の生長は、晩夏の苗の大きさ、厳密には葉量とその時の苗の窒素含量とに密接な関連があることを指摘した。ここではさらにこの点を検討する意味で、晩夏の苗の無機養分と秋の苗の伸長量との相関を調べてみるとともに、あわせて尿素の葉面散布の効果について一、二検討をした。

本実験に当り、いろいろ御指導を賜わつた大政正隆前教授、佐藤大七郎教授および御協力を頂いた樹芸研究所の職員に厚く御礼を申しあげる。

## 2. 実 験 I

実験方法ならびに材料: 1958 年の春、その前年に苗畑にまきつけて育てたスギ苗を、苗畑土壌を入れた直径 32 cm、深さ 20 cm の平鉢に 10 本ずつ植え付けた。苗は植付時に施肥を行な

つたが、その後は翌年 (1959) の 7 月までほとんど無施肥のまま野外で育てられた。葉は黄褐色を帯びて明らかに窒素欠乏の状態を示し、生長もほとんどとまつておつた。このような苗に対し 7 月 22 日、第 1 表に示したように土壌への N, P, K の施肥の有無によつて三つの段階に分け、さらにそれぞれを尿素の葉面散布の有無によつて二つに分けて 6 区

第 1 表 処 理  
Table 1 Treatments

| 区 分<br>Division                  | 尿素の葉面散布<br>Foliar spray<br>of urea | 土壌に対する施肥*<br>Application of<br>fertilizers* to soil |
|----------------------------------|------------------------------------|---|
| A <sub>1</sub><br>A <sub>2</sub> | +                                  | N. P. K<br>N. P. K                                  |
| B <sub>1</sub><br>B <sub>2</sub> | +                                  | P. K<br>P. K  |
| C <sub>1</sub><br>C <sub>2</sub> | +                                  | —<br>—  |

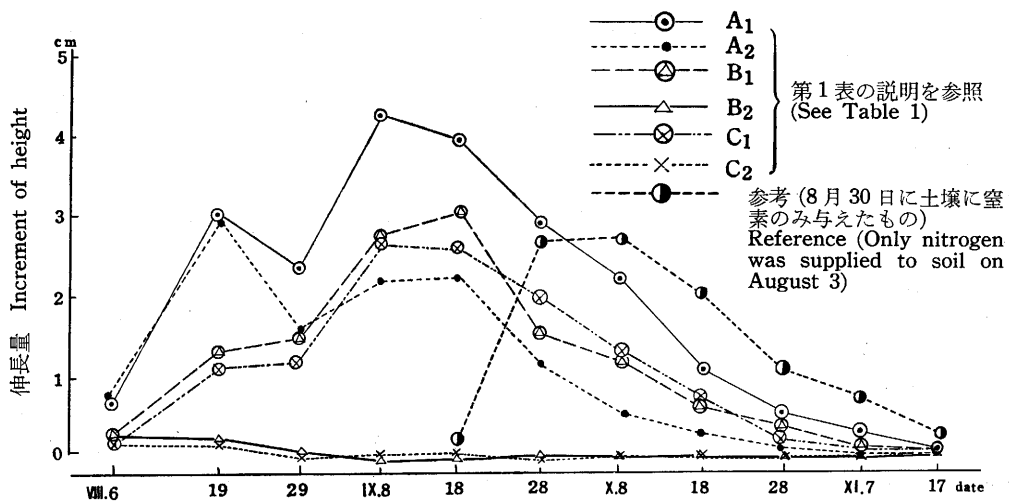
\* 硫 安: Ammonium sulphate 5.7 g  
過磷酸石灰: Superphosphate 5.6 g  
硫酸加里: Potassium sulphate 1.5 g

をもうけた。各区3鉢としてこのときの1鉢の苗の数は7本に調整した。

尿素撒布液は0.5%液とし、1鉢当り70ccを午前10時と午後3時に分けて撒布した。撒布に当つては、撒布した液が鉢の土壌表面に滴下しないようにビニールで覆つた。撒布は7月23日に開始し、8月22日まで8回行なつた。全撒布量は1鉢当り560ccであつた。実験開始後は鉢はガラス室においた。

8月29日、1鉢から2本ずつ切り取つて枝葉の分析試料に供した。採取した試料は3%の酢酸で洗い、さらに蒸留水でよく洗つた後70°Cで乾燥した。Nの分析はカンニング変法で80メッシュの篩を通した試料を使つた。その他無機成分の分析は別に32メッシュの篩を通した試料を使つてマッフル炉で500~550°C、約7時間で灰化、秤量し、HCl可溶分について、Pはモリブデン青比色法、Kはヘキシル重量法、Caは過マンガン酸加里滴定法によつた。

**結果ならびに考察：**実験開始後、まず葉色にどのような変化があらわれるか観察した。A<sub>1</sub>ならびにA<sub>2</sub>区ではいずれも尿素有の葉面撒布の有無にかかわらず実験開始後10日前後で、すなわち8月1日頃から葉色が黄褐色から緑色にかわつてきたことが観察された。B<sub>1</sub>ならびにC<sub>1</sub>ではさらに10日前後おくれで変化があらわれた。しかしC<sub>2</sub>区ならびにB<sub>2</sub>区にあつては肉眼的にはなんらの変化をも認められなかつた。一方第1図に見られるように、葉色の変化とほぼ時を同じくして伸長生長を開始している。すなわち、A<sub>1</sub>、A<sub>2</sub>区では8月1日頃から、B<sub>1</sub>、C<sub>1</sub>区では12日頃からそれぞれ伸び始め、順次上昇曲線を示しながら伸びているが、A<sub>2</sub>区では8月中旬にその最高値に達し、その後多少下がっているが9月中旬頃まであまり変化のない生長を続け、だんだんと下降していつた。しかし根からの窒素施肥と併行して葉面撒布を行なつたA<sub>1</sub>区では8月中旬まではA<sub>2</sub>区とかわらない生長を示しているが、その差はだんだん開き9月上—中旬に最高



第1図 尿素有の葉面撒布が伸長生長に及ぼす影響

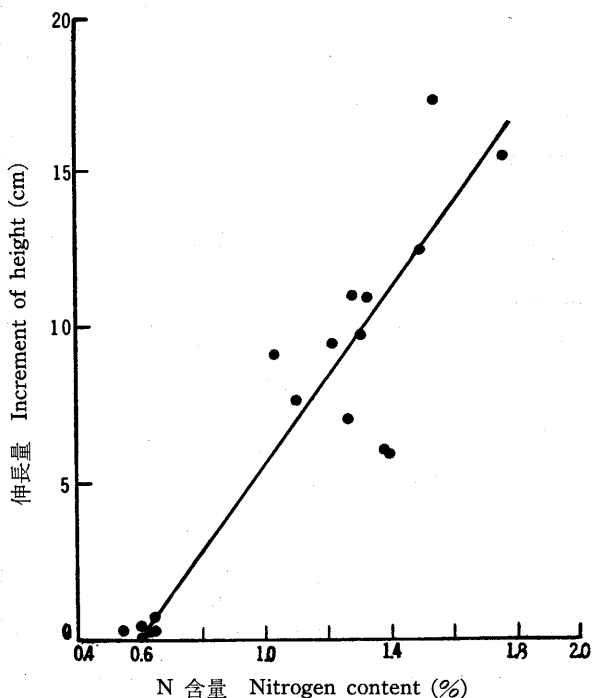
Fig. 1 The influence of foliar spray of urea on the growth of seedlings as indicated by the increment of height.

の値を示している。ところで葉面からのみで根からの窒素の供給のなかつた  $B_1$ ,  $C_1$  区ではその両者の間に伸長量の差はほとんどなく,  $A_1$ ,  $A_2$  の生長曲線よりややゆるやかな上昇曲線を描き, 9月上一中旬を頂点とする  $A_2$  の生長曲線を一まわり小さくした生長曲線を示している。なお比較参考のため8月30日に根から窒素のみを追肥した苗の生長曲線を示しておいた。これらの結果からこの実験に使った苗は明らかに窒素欠乏状態にあつたことがわかる。

次に8月29日, 各鉢から2本ずつ切り取つて調べた N, P, K ならびに Ca の分析結果を示すと第2表のとおりである。この表と上述の結果から, 葉面撒布の効果について考察すると, この実験では  $A_2$  区で  $B_1$  ならびに  $C_1$  区よりも早く肥効が表われている点からみて, 尿素の葉面撒布による窒素の

第2表 枝葉の分析  
Table 2 Nutrient contents of leaves

| 区 分<br>Division | N      | P      | K      | Ca     |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|
| $A_1$           | 1.60 % | 0.21 % | 1.09 % | 1.02 % |
| $A_2$           | 1.35   | 0.22   | 1.24   | 1.06   |
| $B_1$           | 1.25   | 0.25   | 1.06   | 1.07   |
| $B_2$           | 0.60   | 0.23   | 1.03   | 1.19   |
| $C_1$           | 1.18   | 0.22   | 0.99   | 1.06   |
| $C_2$           | 0.62   | 0.22   | 1.10   | 1.07   |



第2図 窒素含量と伸長量との関係

Fig. 2 Relationship between the increment of height in autumn and the nitrogen content of leaves at the end of August.

$$r = +0.945$$

$$Y = 6.86 + 13.12(x - 1.10)$$

肥効よりも土壌からの肥効がより早かつたといえる。これは根が鉢一杯に充分に拡がつていて極めて吸収しやすい状態にあつたことと, 苗が著しく欠乏状態にあつたので窒素の吸収効果が極めてあらわれやすい状態にあつたことなどが考えられる。一方また葉面撒布における尿素の吸収能力は葉の窒素含量が低い場合にはかえつてわるいといわれている<sup>1)</sup>。

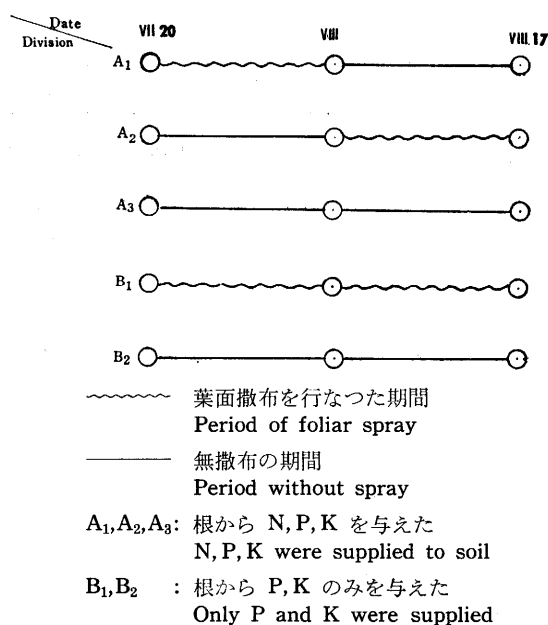
次に尿素の葉面撒布による窒素の含有率の増加を  $A_1$ - $A_2$ ,  $B_1$ - $B_2$ , および  $C_1$ - $C_2$  の間でそれぞれ比較してみると, 根からの窒素の供給のなかつた  $B_1$ - $B_2$ ,  $C_1$ - $C_2$  の方が根からの窒素の供給のあつた  $A_1$ - $A_2$  より差が大きい。この点塘<sup>2)</sup>が尿素の葉面撒布に関する水耕試験で明らかにしている点と一致する。しかし先に

ふれたように葉面撒布の吸収能力は葉の窒素含量が低い場合かえって低いといわれている点とむじゅんするようになるが、苗全体の吸収量が明らかにされていないし、また  $B_1$ ,  $C_1$  にあつてもはじめは吸収率がわるくても、葉面撒布を繰り返すうちに、はじめは徐々に吸収しているが、ある点で急速に吸収能力がよくなることも考えられる。この点はまた後でふれる。

ところで、8月下旬における苗の N の含有率とその後の秋の伸長生長量との関係を見るに、秋の苗の伸長量は第2図に示すように極めて高い相関関係があることが認められた。しかし P, K, Ca 等との間にはなんら一定の関係は見られなかった。

### 3. 実 験 II

方法ならびに材料：尿素的葉面吸収は窒素欠乏が甚だしくなると葉が著しく硬化して、吸収率が非常に低下するといわれる。また根からの養分の吸収がさかんに行なわれうる状況にあるときは、葉面撒布の効果は余り期待することが出来ないともいわれている<sup>1)</sup>。実験 I でも多少そのような傾向がうかがわれたが、さらにこの点をたしかめるため次の方法で実験を行なつた。



第3図 実験の計画  
Fig. 3 Design of experiment

実験 I の結果から、根から窒素を与えた場合、芽が生長をはじめるまでに約 10 日を要し、さらに葉面撒布を併用したものとの伸長生長量の差があらわれるのに 20 日を要している。また根から窒素を供給しなかつた場合は生長をはじめるのに 15~18 日を要している。このように処理後生長に余り差が表われない期間を利用して第3図に示したような方法で実験を計画した。

すなわち、実験期間を7月20日から8月17日までの約30日間とし、その間を折半して前期、後期に分けて葉面撒布を行なつた。各期間中の撒布は2,3日おきに6回、実験 I で行なつた

要領で 300cc を撒布した。そして8月3日と17日に各区から2鉢ずつ6個体の枝葉を切り取つて窒素分析の試料に供した。なお供試した苗は実験 I で使つた苗とほぼ同じように育てた2年生苗を用いた。ただこの場合は1鉢3本植えのものを使用した。この実験は 1960 年に行なつた。

結果ならびに考察：実験の結果を示すと第3表のとおりである。今、 $B_1$  と  $B_2$  の窒素含量の差を尿素的葉面施肥による窒素吸収量とみなして、 $B_1$  の前期と後期の窒素吸収量をくらべると

明らかに後期のほうがおおい。このことから葉の窒素含量がある程度高いとき尿素の吸収効果が大きいことがわかる。しかし  $A_1$ ,  $A_2$ ,  $A_3$  の関係からわかるように根からの窒素の吸収がさかに行なわれている状況にあるときは葉面施肥による窒素の吸収効果は少ないように見える。

第3表 窒素含量  
Table 3 Nitrogen content

| 区 分<br>Division | VIII. 3 | VIII. 17 |
|-----------------|---------|----------|
| $A_1$           | 1.28 %  | 1.76 %   |
| $A_2$           | 1.07    | 1.80     |
| $A_3$           | 1.07    | 1.58     |
| $B_1$           | 0.92    | 1.78     |
| $B_2$           | 0.61    | 0.70     |

#### 4. む す び

ふつう、肥培管理の面からみて、窒素は水とともに最も苗の生長の制限因子になりやすいことはわれわれのよく知るところである。磷酸や加里あるいはその他必要成分(微量要素をふくめて)も欠乏すると生長量に影響することは勿論であるが、これらは少しぐらい多くなつても生長を著しく害することは少ない。しかし窒素はわずかに少くとも、またわずかに多くなつても著しく影響しやすい。ことにスギ苗のようにだらだらと年間を通じて生長しつづける性質をもつたものではとくにそのようなことがいえる。また苗の肥料成分のなかでも窒素は最も肥料切れがしやすく、一方施肥方によつてはすぐ過多の状態になりやすい。もちろんこのことは肥料および土壌の種類、施肥量、施肥方法、天候などによつて異なつてくることはいうまでもない。

苗畑で重要な問題となつているスギ苗の秋伸びもまたこの窒素と極めて深い関係にあるのであつて、夏の終り頃における苗の窒素含量を調べることによつて苗の秋の生長、ひいては秋伸びを予測出来るとすれば育苗技術上極めて好都合である。しかるにスギ苗においては、秋に窒素を欠除してもそれまでに苗が充分に吸収しておれば、其後の生長にはほとんど影響がないことが芝本<sup>3)</sup>、宮崎<sup>4)</sup>等の水耕試験で認められている。筆者も先<sup>7)</sup>に土耕ポット試験でこの点を明らかにしているのであるが、ここでえられた結果からわかるように秋の苗の伸長量と晩夏の N 含有率との間には極めて高い相関関係が見られるのであつて、秋伸びを除くには夏の終り頃までには土壌に余り窒素が残らないように、しかも秋の苗の生長を充分期待するには苗自体がそれまでには充分大きく生長し、その上にある程度の窒素含量を有する必要があると考えられる。なぜならスギ苗の生長、ことに根の生長量の大部分が秋の生長に依存しているのであるから<sup>7)</sup>、窒素が余り不足してはいいい苗は期待できない。したがつて合理的な肥培管理は土壌からの施肥と尿素等の葉面撒布を合理的にくみ入れてゆく必要があろう<sup>8,9)</sup>。とくに我が国のように夏乾燥するところでは、夏の窒素吸収が抑えられ、秋の吸収が増大して、これが秋伸びの原因になりやすいから、肥料の種類、施肥の時期、方法等とあわせて苗畑の灌水や葉面施肥等のより合理的な運用を考えていくべきであろう。

なお、この問題には今後まだまだいろいろ追及すべき問題を含んでいる。すなわちこの実験で

はいずれも窒素が生長の制限因子になつている場合で、例えば葉の窒素含量が同一でも、磷酸、または加里等の含量が著しく異なれば枝梢の生長量が甚しく異なることも考えられるし<sup>5)</sup>、植物の生長は内外の多数の関係要素の相互作用の結果発現するもので、葉の窒素含量がたとえ一定値を示しても他の関係要素の値が相当異なれば、その生長現象は異なつた方向に進むことが少なくない。したがつてこの点は順次解明されなければならない問題である。

## 文 献

- 1) 菅原友太 (1953) 葉面撒布に関する最近の諸問題 農及園 28: 925~930
- 2) 塘 隆男, 藤田桂治 (1959) 根よりの窒素の供給の多少が、尿素の葉面撒布効果におよぼす影響について 日林講 69: 186~187
- 3) 芝本武夫 (1952) スギ, ヒノキ, アカマツの栄養並びに森林土壌の肥沃度に関する研究
- 4) 宮崎 紳, 佐藤 享, 及川恵司 (1956) 窒素, 磷酸, 加里の給与および欠除時期がスギ稚苗の生育に及ぼす影響について 林試研報 88: 21~36
- 5) 小林 章 (1954) 果樹の葉内窒素含量と収量並びに品質との関係, 農及園 29: 365~368
- 6) 荒川勇次郎, 加藤 久 (1954) 尿素葉面撒布の一応用場面—野生桑に対する葉質改善の効果— 農及園 29: 419~420
- 7) 渡辺 章 (1963) 夏の土壌乾燥がスギ苗の生長, とくに秋伸びに及ぼす影響 東大演報 58: 313~330
- 8) 芝本武夫, 川名 明, 丹下 勲, 右田一雄 (1960) 尿素の葉面撒布に関する研究 (第1報) スギ苗木の葉面から尿素吸収とその生育 日林誌 42: 352~355
- 9) 芝本武夫, 中沢春治 (1960) 尿素の葉面撒布に関する研究 (第2報) スギ苗の尿素葉面吸収について 日林誌 42: 392~394

## Résumé

Urea was sprayed on (1-1) seedlings, which were grown in containers under the soil condition deficient in nitrogen, with application of fertilizers of various combination in 1959 and 1960.

When nitrogen was absorbed sufficiently through root systems, the foliar spray of urea was slightly effective.

When seedlings were considerably deficient in nitrogen, the foliar spray was also slightly effective, possibly because the leaf-tissue was very hard. However, the spray became conspicuously effective at a certain stage when the seedlings absorbed some amount of N.

There was a linear correlation between the nitrogen content of leaves at the end of August and the growth of height in autumn, but any correlation was not recognized between the other nutrients and the growth in autumn. Therefore, it may be said that if the other nutrients except nitrogen are supplied sufficiently, the growth in autumn is related closely to the nitrogen content of seedlings in late summer.