

## ヨーロッパトウヒ植栽本数試験地の閉鎖と環境因子(II)

誌名	日本林學會誌 = Journal of the Japanese Forestry Society
ISSN	0021485X
著者	佐藤, 清左衛門
巻/号	54巻3号
掲載ページ	p. 65-73
発行年月	1972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



佐藤 清左衛門\*

### Difference in the Environmental Factors in the Young Norway Spruce (*Picea abies*) Stand at Different Spacings (II)

Seizaemon SATOO

**Summary:** Environmental factors (air temperature, soil temperature, wind speed etc.) have been recorded in the young Norway Spruce (*Picea abies*) stand at different spacings (Fig. 1) during the growing season in the years of 1968, 1969 and 1970.

Results of the experiment were as follows:

1) Difference of air temperature at 1.5m height was very small not only in different spacings, but also even in the inside and the outside of the stand (Fig. 2, 3, 4).

2) Air temperature at 0.1m height was higher and more variable in the outside than the inside of the stand, and that of the denser plot (i.e. 6000 stocks/ha) seemed to be lower than the sparser plot (i.e. 3000 stocks/ha) (Fig. 5).

3) Temperature at the surface of the floor was lower and less variable than that of 1.5m and 0.1m height, and the difference for each spacing was very small (Fig. 6).

4) Soil temperature at 0.1m depth was less variable than air and surface temperature. That of the first half of the growing season was highest in the outside, next in the 3000-stock plot, last in the 6000-stock plot, but in the second half of the growing season, this order was changed to 3000-stock plot, outside and 6000-stock plot (Fig. 7). As the temperature became lower in autumn, the change seems to have been due to the more penetration of light in the not yet closed 3000-stock plot than the completely closed 6000-stock plot and to the higher reservation of warmth by branches and leaves in the 3000-stock plot than the outside of the stand.

Soil temperature at 0.2m depth was less variable than at 0.1m depth, and differences in the inside and the outside of stand and between spacings were very small (Fig. 8).

5) Wind speed at 2m height was much higher in the outside of the stand compared with the inside of the stand, but on the other hand, the difference in the wind speed was very small for each spacing (Fig. 10, 11).

**要 旨:** ヨーロッパトウヒ植栽本数試験地 (図-1) 内で 1968, '69, '70 年度行なった環境因子の観測結果は下記の通りであった。

1) 地上 1.5m の気温は密度間の差が非常に少ないばかりでなく、林外と林内との差も少なかった (図 2~4)。

2) 地上 10cm の気温は林外が一般に高温で 1 日中の温度変化が大きかった。それに比べて林内ははるかに低く 1 日中の変化も少なかった。密度間では一般に閉鎖の強い順序に低い傾向があった (図-5)。

3) 地表面の温度は地上 1.5m および 10cm の気温より低く、1 日中の温度変化もはるかに少なかった。密度間の差も全般的に少なかった (図-6)。

4) 地下 10cm の地温は気温や地表面の温度に比べて 1 日中の変化が少なく、生育期前半は林外、3,000 本区、6,000 本区の順に温度が高かったが、後半は必ずしもこの傾向と一致せず、閉鎖直前の 3,000 本区が林外よりも高かった (図-7)。地下 20cm の地温は、地下 10cm よりもさらに 1 日中の変化や林外と林内との差および密度間の差が少なかった (図-8)。そして 10cm、20cm 共に生育期前半よりも後半の温度差が少ない傾向があった。

5) 地上 2m の風速は林外と林内とでは著しく違ったが、密度間ではそれほどの差がなかった。そして閉鎖が強くなるにつれて密度間の差も縮まる傾向が見られた (図-10, 11)。

\* 王子製紙林木育種研究所 Oji Institute for Forest Tree Improvement, Oji Paper Co., Ltd. Kuriyama, Hokkaido

は し が き

ヨーロッパトウヒ植栽本数試験地内で閉鎖と関連づけて環境因子の変化を観測しており、その1部は予報的にすでに発表済み<sup>1)</sup>である。今回は1968年から1970年まで観測した結果の大部分について発表する。

この観測調査実行とデータの取りまとめに当たった林木育種研究所の第2科および王子造林栗山出張所の職員の方々に厚く感謝の意を表する。

観測林分の概況

各密度区ごとの観測位置は第1報と全く同様であり、1968, '69, '70年度の観測林分の生長状況は表-1の通りである。2,000本区は未だ閉鎖していないが、他の密



図-1. 6000本区の林内(1968年度; 林齢10年)  
Fig. 1. Inside of the 6000-stock plot (1968: 10 yrs. after planting)

度区はいずれも1969年度から閉鎖を始めており、とくに6,000本区は観測を始めた1967年当時から完全に閉鎖し、1970年現在下枝が平均85cm枯れ上がっていた(図-1)。

観測の種類と方法

- i) 観測位置: 1967年度<sup>1)</sup>と全く同様、林外、2,000本、3,000本、4,000本、6,000本区の林相斉一な場所。
- ii) 地上1.5mの気温: 自記温湿度計(1週間巻)、1968年度4月21日~9月30日。1969年5月1日~10月24日、1970年5月21日~10月31日。各記録は10日間の平均的日変化で図示してある。以下特別な記載がない限り、これと同様である。
- iii) 地上10cmの気温: 自記地中温度計(2針)(1週間巻)。1968年4月21日~10月10日。
- iv) 地表面の温度: 自記地中温度計(直射日光をさけるため温度測定部分の受感部をうすく覆土した)。(2針)(1週間巻)。1969年5月1日~10月30日。
- v) 地下10cmの温度: 自記地中温度計(2針)(1週間巻)。1970年5月21日~10月31日。
- vi) 地下20cmの温度: 自記地中温度計(2針)(1週間巻)。1968年5月1日~10月20日。1969年5月1日~10月20日。1970年5月21日~10月31日。
- vii) 地上1.5mの空中湿度: 自記温湿度計(1週間巻)。1967年以来毎年観測しているが信頼のおけるデータとして1969年7月11日~10月30日までの記録を発表することにした。
- viii) 地上2mの風速: 三杯風速計(日巻にして使用)。1968年4月21日~10月10日、1969年5月13日~10月22日、1970年5月13日~9月20日。ただし1969, '70年は各月の中旬10日間のみを測定した。
- ix) 地表面30cmの雨天以外の日の日射量: パイメタル式自記日射計(ロビッチ)(1日巻)。1970年6月18

表-1. 観測林分の概況

Table 1. General aspect of the young Norway Spruce stand used for recording of environmental factors

密度区 (本/ha) Density (Stocks/ha)	年 Yr.			樹 高 Height (cm)			クローネ幅 Diam. of crown (cm)	枝下高 Clear length (cm)	備 考 Note
	1968	1969	1970	1968	1969	1970	1968	1970	
2,000	5.1	6.2	6.9	459	461	520	188	0	閉鎖以前 Not yet closed in 1970
3,000	4.7	5.6	6.3	400	445	509	178	42.1	1969年閉鎖開始, 1970年閉鎖 Beginning to close in 1969, closed in 1970
4,000	4.2	5.1	5.6	399	436	487	173	58.0	1969年閉鎖開始, 1970年閉鎖 Beginning to close in 1969, closed in 1970
6,000	5.0	6.5	6.9	466	566	627	166	85.6	1968年以前より閉鎖 Closed before 1968

日～10月20日。ただし各月の中旬7～10日間観測。

調査結果

1) 地上1.5mの気温(図2～4)

1968年度(図-2)は4月後半から5月下旬まで最高気温が約14～17℃内外で温度の上がり方が遅かった。最低気温は5～7℃程度であった。6月から急に温度が上がり始め、6月下旬までに最高気温が20℃から25℃に達し、最低気温も10～11℃に上がった。7月上・中旬も最高温度は約24℃程度であったが、中旬から最低気温が上がり始め16℃に達した。7月中・下旬から8

月上旬にかけては年間の最高温度を示し、最高気温が27、28℃、最低気温も20℃近くに達した。8月中旬以降温度が下がり始め9月に入ると最高が20～21℃まで下がり、最低気温も12、13℃まで下降した。

密度による差は、第1報と同様やはり非常に少なかったため、最多密度の6,000本区と林外とのみ比べることにした。

4月から7月中旬までは6,000本区の最高気温が林外に比べてやや高く(約1～2℃)、最低気温がやや低い(約1℃以内)傾向が見られた。しかし、8月後半から9月にかけては逆に林外の方がやや高い傾向が見られた。

1969年度(図-3)は5月からの観測であるが、5月から6月初旬まで一般に温度が低く、最高気温が15℃に達したのは5月中旬の10日間で、あとは12～14℃程度の低温が続いた。最低気温も5～6℃であった。この傾向を1968年に比べると約10日間温度の上昇が遅れたことになる。そして、6月中旬以降、温度が急上昇はしたものの7月初旬までに20℃を越す日はまれであった。7月中旬から下旬にかけてやっと23～26℃に達し1968年の同時期まで回復したが、これを最高にして、これ以上温度が上がらず、9月中旬までは最高気温22～23℃の日が多かった。

9月下旬からは急激に温度が下がり、10月中旬まで最高でも12～14℃の日が多く、最低気温は4℃内外まで下がる日が続いた。

最多密度6,000本区と林外との差は5月から7月中旬までは非常に少なく、全く認められないといってもいいほどであった。しかし、7月後半からは1968年度にも見られた6,000本区と林外の温度差がかなり、はっきりした形で現われ、6,000本区が林外に比べて最高で約2℃ほど低く、最低温度も1℃程度低い傾向が見られた。

1970年度(図-4)は5月下旬からの観測結果であるが、6月中旬までは1969年よりも温度が高く、1968年に傾向が似ていた。しかし、6月後半から7月中旬までの約1か月は余り温度が上がらず最高気温20～22℃程度で1969年度の傾向と似ていた。7月下旬の10日間は極端に温度が上がり、最高28℃に達し最低気温も20℃を越していた。8月一杯は1969年度と同じく最高が23～25℃程度まで下がり、9月、10月と漸減し、10月下旬は極端に下がっ

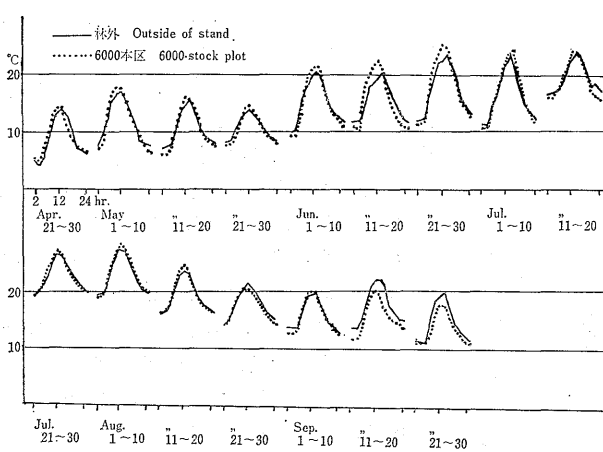


図-2. 1968年度 地上1.5mの気温の日変化  
Fig. 2. Diurnal variation of air temperature at 1.5m height in 1968

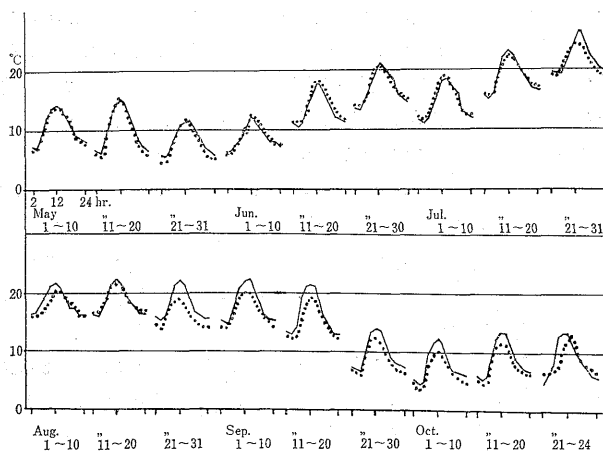


図-3. 1969年度 地上1.5mの気温の日変化  
Fig. 3. Diurnal variation of air temperature at 1.5m height in 1969

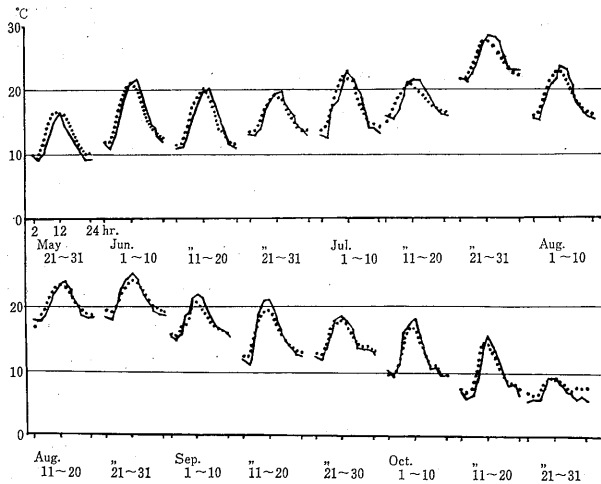


図-4. 1970年度 地上1.5mの気温の日変化

Fig. 4. Diurnal variation of air temperature at 1.5 m height in 1970

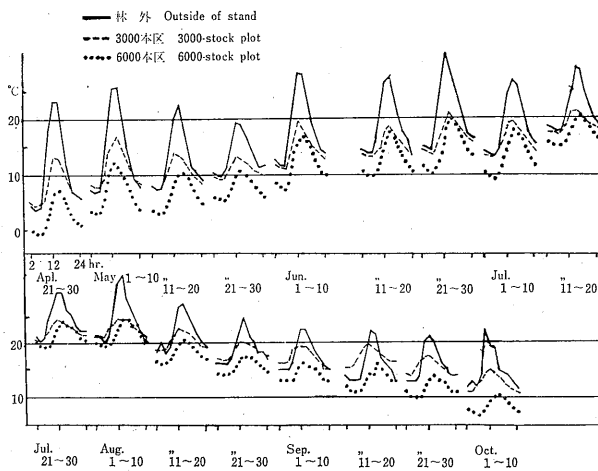


図-5. 地上10cmの気温の日変化(1968年度)

Fig. 5. Diurnal variation of air temperature at 10 cm height (1948)

で最高で9°C、最低5°C付近であった。

林外と6,000本区との温度差は全体的に見て1968、'69年度より一層縮小された傾向が認められた。

以上3年間の共通した傾向を要約すると、年によって各期間ごとの温度の振れはあるが、i) 年間気温の最高が7月下旬の10日間にあること、ii) 密度による差はきわめて少なく、林外と6,000本区の間でさえも、せいぜい1~2°C程度であること、iii) そして、その差は生育後期にやや明らかになること等である。

## 2) 地上10cmの気温(図-5)

はじめにおわびして訂正しなければならないことは、第1報りで地下10cmの地温として記載してあるのは実は地上の10cm気温であって、発表に当って重大な過失をおかしたことは全く汗顔の至りである。ここにつつしんでおわび申し上げる次第である。

1968年度も地上10cmの気温を観測したが、この場合は地上1.5mの気温と違って林外と3,000本区、6,000本区との間にかかなり明らかな差が認められたので、この3か所の傾向をたどってみることにする。

1967年度の傾向と同じく林外の地上10cmの気温は一般に地上1.5mの気温より高く、しばしば30°C以上に達することもあり、とくに生育前半に著しく高い傾向があり、生育後半とくに9月以後になると減少して1.5mの気温に近づいた。1日中の温度の振幅も大きかった。すなわち温度の高い生育前半(4~7月)には1日中の最高、最低の温度差は普通のときで約15°C、最も著しいときは約20°C(4月21日~5月10日)に達した。これに比べて林内の地上10cmの気温は非常に低く、林内1.5mの気温よりもやや低い傾向が認められた。密度による差もやや明らかで、とくに3,000本区と6,000本区の間では明らかな違いが認められた。すなわち4月下旬から6月上旬までは6,000本区が3,000本区よりも最高、最低温度で2~5°C低い傾向があった。6月中旬以降は最高温度の差はあまり見られなかったが、最低温度には依然として約2~4°Cの差が認められた。8月下旬から10月上旬にかけては3,000本区の温度の下がり方が林外よりも少ない傾向が認められた。

## 3) 地表面の温度(図-6)

地表面の温度は1969年度1回限りの観測結果であるが、一般的な傾向としてやはり林外と林内との差が著しく、密度による差はわずかであった。とくに生育前半(5~7月)にその差が大きくなり、5月中旬(11日~20日)で林外と林内との差約7~8°C、7月下旬(21~31日)で3°Cの開きがあったが、3,000本区と6,000本区との差は1°C以内で6月初旬まではわずかに3,000本区が高い傾向が見られた。

生育後半(8~10月)になると林外と林内の差も著しく縮まり、とくに10月はほとんど差がないといってもいいほどであった。

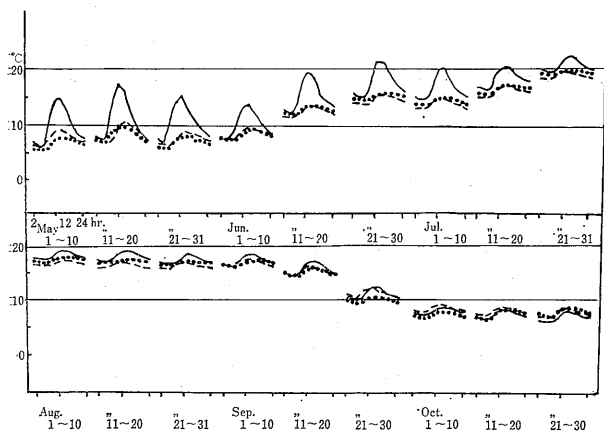


図-6. 地表面温度の日変化 (1969 年度)

Fig. 6. Diurnal variation of air temperature at the surface of floor (1969)

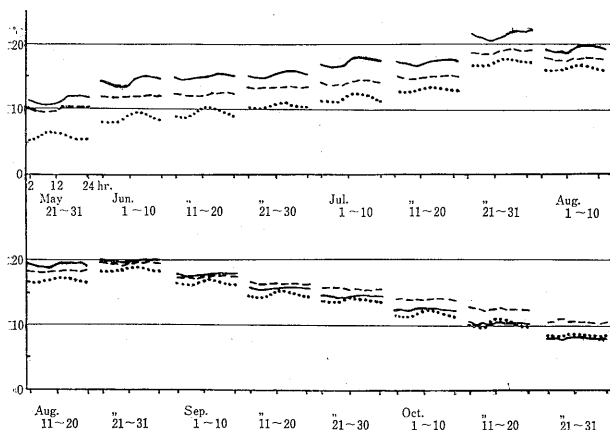


図-7. 地下 10 cm の地温の日変化 (1970 年度)

Fig. 7. Diurnal variation of soil temperature at 10 cm depth

なお地表面の温度は 1968~'70 年度の地上 1.5m の気温および 1968 年度の地上 10 cm の気温よりもかなり低く、1 日中の振幅も少なかった。5 月中旬の林外、林内の最高温度は約 17°C および 10°C、最低気温は共に約 6°C、年間で一番高い 7 月下旬には林外、林内の最高温度それぞれ約 22°C、20°C 最低は約 20°C、19°C であった。9 月から温度が下がり始め、10 月下旬には一番高い 3,000 本区でも約 10°C、6,000 本区と林外共に約 8°C であった。

4) 地下 10 cm, 20 cm の地温 (図-7, 8)

地下 10 cm の地温は 1970 年度 1 度限りの観測であ

り、地下 20 cm の温度は 1968~'70 年 3 か年間の観測結果である。

地温の日変化は前述までの気温や地表面の温度がやや放物線的傾向をとるのと違ってやや双曲線が直線傾向をとるのが特徴であった。すなわち 10 cm, 20 cm 共に 1 日中の温度変化が非常に少なく、しかも温度の上昇、下降に時間的ずれが認められた (午後 4 時頃最高、午前 10 時頃最低)。とくに 20 cm の場合は 1 日中ほとんど変化がないといってもいいほどであった。10 cm, 20 cm の地温もやはり生育前半 (5~7 月) に林外と林分の密度による差が顕著で、後半は差が少なかった。そして生育前半は林外が高く、3,000 本、6,000 本の順に低くなる傾向が認められたが、後半は必ずしもこの傾向が一致しなかった。

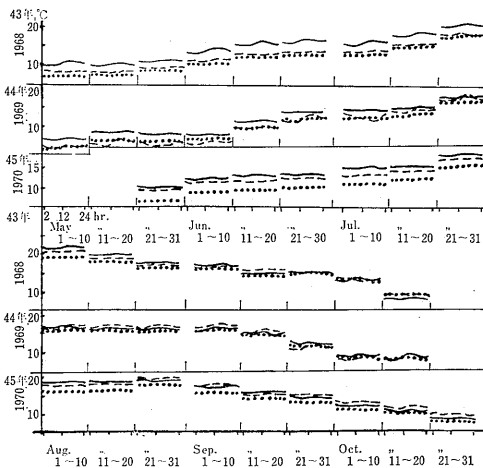


図-8. 地下 20 cm の地温の日変化 (1968~'70 年度)

Fig. 8. Diurnal variation of soil temperature at 20 cm depth (1968~1970)

10 cm の地温の絶対値は 5 月下旬 (21~31 日) の林外で約 11°C、3,000 本区約 10°C、6,000 本区約 5~6°C であり、期間の最高を示した 7 月下旬 (21~31 日) でそれぞれ約 22°C、19°C、18°C であった。

'70 年同期の 20 cm の地温も 5 月の場合林外、3,000 本、6,000 本共に大体 10 cm と同様であったが、7 月の場合は 10 cm よりもやや低く、林外約 20°C、3,000 本区 18°C、6,000 本区 16°C であった。

生育後半すなわち 10 cm の場合は 9 月以降、'70 年の 20 cm の場合は 8 月下旬以降、3,000 本区の温度が林外よりわずかに高く、その差は生育期の終りに近づくにつ

れて開く傾向が認められた。

なお地下 20 cm の地温は 1968, '69, '70 年と 3 か年間観測しているの、その観測年による差を検討すると、1968 年度の生育前半は林外と林内との差が顕著で、3,000 本、6,000 本の密度間の差は少なく、わずかに 3,000 本区が高い傾向が認められた。1969 年度の生育前半は林外と林内との差が比較的少なく、1968 年度とは逆に 6,000 本区の方が 3,000 本区よりもわずかに高い傾向が認められた。

1970 年度の生育前半は 3,000 本と林外との温度差が少なくなり、むしろ 6,000 本区との差が顕著であった。生育後半はいずれの年も著しく温度差が縮まり、林外、林内また密度間の差は 1~2°C 程度であった。

そして 8 月下旬以降になると林外よりも林内地温がわずかに高く、その傾向は 1970 年度の 3,000 本区でとくに著しかった。

20 cm の地温の絶対値は年によってわずかに違うが、

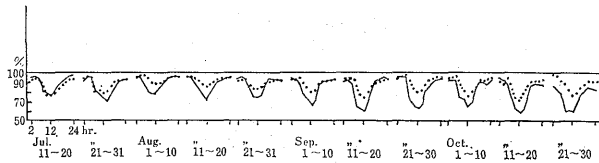


図-9. 地上 1.5m の空中湿度の日変化 (1969 年度)  
Fig. 9. Diurnal variation of air humidity at 1.5m height (1969)

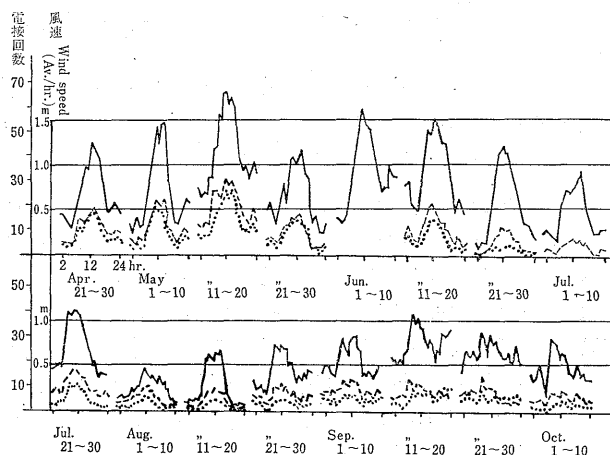


図-10. 1968 年度地上 2m の風速の日変化  
Fig. 10. Diurnal variation of wind speed at 2m height in 1968

5 月下旬は林外約 7~11°C, 林内約 5~6°C, 7 月下旬から 8 月上旬に最高になり、林外約 18~21°C, 林内約 15~18°C, 8 月中・下旬から温度が下がり始め、10 月中旬には約 10~12°C であった。

5) 地上 1.5m の空中湿度 (図-9)

前述のごとく 1967 年度から測定はしているが、機械によるバラツキがかなりあり、なかには調節の困難な機械も混じっていたので、その大部分の値は信頼のおけないものになってしまった。したがって 1969 年測定分でしかも 7 月 11 日以降の分についてのみ、その傾向を発表することにした。また湿度の場合も気温と同様密度区ごとの差が非常に少なかったので、林外と 6,000 本区のみ比較することにした。

空中湿度は温度変化 (図-3 参照) とは逆に温度の低い 6,000 本区が高く、とくに日中の湿度は林外に比べて約 10~20% 高い傾向が見られた。林外の湿度は 60% (日中)~95% (夜間) 程度、6,000 本区で 75% (日中)~95% (夜間) 程度であった。

6) 地上 2m の風速 (図-10, 11)

風速は日巻方式を採用したが、1968 年度は 4 月 21 日から 10 月 10 日まで毎日記録をとっておおよその傾向を知ることができたので労力の関係もあり、1969, '70 年度は各月の中頃 10 日間の記録にとどめた。

1968 年度の傾向を見ると (図-10)、林外と林内との間では大差が認められたが、密度区の間

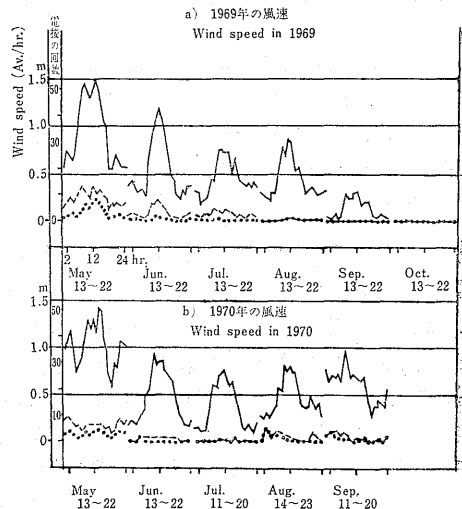


図-11. 1969, '70 年度地上 2m の風速の日変化  
Fig. 11. Diurnal variation of wind speed at 2m height in 1969 (a), 1970 (b)

間ではその差が少なかったので 3,000 本区と 6,000 本区間の傾向のみ図示することにした。

時期による違いはあるが、年間を通じての風の強さは 7 月頃まで一般に強く、8 月以降は比較的少なかった。とくに春先 5 月中旬 (11~20 日) に年間の最高を示し、昼頃に 1 時間平均 1.7~1.8m の風速を示した。1 日中の風の強さは大体傾向が一定していて、夜中は弱く、朝 8 時頃から強くなり始め、12~16 時頃までに最高に達し、夕方再び弱くなるという経過をたどった。

林内と林外とでは著しい違いがあり、その差は風力が強まるほど開く傾向が認められた。すなわち風の強い 5 月中の林内と林外との差は平均で約 1m、風の弱い 8、9 月には 0.5m 程度であった。

密度による差は非常に少なかったが、それでも 3,000 本区と 6,000 本区との間には平均 0.1~0.3m の差が認められた。

1969 年度 (図-11; a) は各月 10 日間のみ記録ではあるが、やはり 1968 年度のように生育期前半に風が強く、後半になると弱まる傾向が認められた。とくに 1968 年度に比べて全体として風が弱く、最高 (5 月中旬の 10 日間) でも平均 1.5m 以内であった。林分内の風も 1968 年に比べて全体として弱く、とくに 8 月以降はほとんど無風状態であった。1 日中の変化も少なかった。

密度による差も 7 月までは認められたが、それ以後は全く認められなかった。

1970 年度 (図-11; b) も 1968 年度に比べると一般に風が弱く、最も強い 5 月でも平均 1.5m 以内で他の月は 1m 以内であった。ただし 1968, '69 年度と違い 5 月には夜中でもある程度風があった。林内の風は 1969 年度にも増して弱くなり、6 月以降はほとんど無風状態に等しかった。したがって密度による差も 6 月以降はほとんど認められなかった。

#### 7) 地上 30cm の雨天以外の日の日射量 (図-12)

日射計も日巻式を用いた関係で、各月の中頃 7~10 日間の雨天以外の日の日射を記録した。雨天の日も測定し

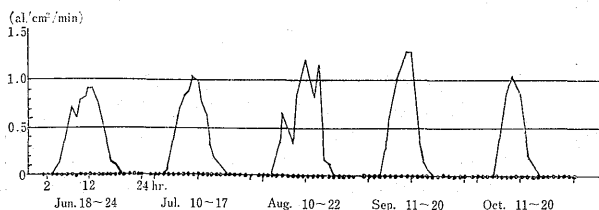


図-12. 地上 30cm の日射量の日変化 (1970 年度)

Fig. 12. Diurnal variation of insolation at 30 cm height (1970)

たかったが、用紙の取り替え時などに誤って雨水が入ると器内の乾燥状態が保てなくなるので、やむを得ず除外した。

日射の測定は 1970 年度初めての試みであり、林外と最も暗い 6,000 本区についてのみ記録をとってみた。その結果 6,000 本区の地上 30cm には、記録されるような日射が到達しないことがわかった。したがって林外についてのみその経過をたどって見ることにする。

比較的日の長い 8 月頃までは朝 4 時頃から記録され始め、12 時頃に最高に達して夕方 7 時~8 時頃に記録されなくなるという経過をたどった。9 月、10 月になると日が短くなり、朝 5 時頃から記録され始めて 9 月の場合はやはり 12 時、10 月の場合は 10 時頃最高に達し、夕方 6 時 (9 月)~5 時 (10 月) には記録されなくなった。そして測定日の晴天・曇天の程度によって違いはあるが、実際の日射量をたどってみると夜明け早々は 1 分間に  $\text{cm}^2$  当たり 0.05 cal 程度、3 時間位経過すると 0.3~0.6 cal に上がり、昼頃には最高の 0.9~1.3 cal に達し、午後は漸次下がり始めて日没 3 時間位前には 0.1~0.2 cal 位まで下がるという経過をたどった。

## 考 察

観測結果は前述の通りであるが、今回は観測の種類が多いので、多少重複はするが、前報<sup>1)</sup>で引用した報告を再び参考にして考察することにする。

### 気 温

地上 1.5m の気温は前報も含めて 4 年間の観測結果で、密度ごとの差が非常に少ないばかりでなく、林外と林内との差も少ないことがわかった。現在まで調べられた林分<sup>2,4,5)</sup>では地上 1.5m 付近の気温は林内が林外よりかなり低かった。これは完全に閉鎖して下枝も高く枯れ上がった状態の林分にあてはまる事実で、ここで取り扱っているような閉鎖直後または直前の幼齡林にはそのままあてはまらない現象であろうと思われる。この 1 例として樹種は違うが、ドイツで調べた閉鎖前のカンバ幼齡林<sup>6)</sup>でも地上 1m の気温は林外と林内でほとんど違いがなかった。

地上 10cm の気温は 1967, '68 年 2 年間の観察であるが、林外と林内はもちろん、密度間でもかなりの違いが認められ、林外が著しく高く、1 日中の高低差も激しく、それに比べて林内がはるかに低く、しかも 1 日中の高低差も少なかった。

密度間では一般に閉鎖の弱い順序に高い傾向があった。



現在まで調べられた例<sup>4,6-8)</sup>でも地表面から少し上の気温は林外が相当に高く、1日中の振幅も大きかったことから、この事実は一般的傾向ではないかと思う。

密度の違いによる地表面から少し上の気温の違いを調べた報告は今のところ見あたらないが、おそらく林分の閉鎖がある一定の状態に達するまではその付近の気温は段々低くなり、しかも一日中の変化が少なくなるものと思われる。

#### 地表面の温度および地温

地表面の温度は1969年1回限りの観測であるが、一般的傾向として地上1.5mや地上10cmの気温より低く、1日中の温度変化もはるかに少なかった。そして生育前半には林外と林内との差が明らかで、後期になるとその差が少なかった。密度間の差は全期間を通じてわずかであった。

地下10cmの地温も1970年度1回限りの観測であるが、地表面の温度とは全く様子が違い、林外と林内および密度間にかかなりの違いが見られ、その差は生育期前半で著しかった。すなわち生育期前半は林外、3,000本区、6,000本区の順に温度が高く、その差も明らかであった。しかし後半になるとその差が縮まり、とくに9月以降になると3,000本区の地温が林外よりも高い傾向が認められた。1日中の温度周期は気温や地表面温度と違って著しく変化が少なく、また温度の上昇・下降に時間的ずれがあり、夕方近くに温度が高くなり始めて夜中は高く、朝方から下がり始めるといった傾向をとった。

地下20cmの地温は10cmよりもさらに一日中の温度変化が少なくなり、生育前半の林外と林内および密度間の温度差も10cmの場合より少ない傾向があった。

これらの結果を、今までの報告の中からとくに林外と比較した事例<sup>3,6,8,9)</sup>と比べてみると、林内地温が林外よりも一般的に低いこと、地表面の温度は変化が多く、とくに林外でこの傾向が著しいこと、土壌の深さが増すにつれて1日中の変化がずっと少なくなること等の点で一致する。しかし密度との関係を調べた報告は今のところ見あたらないので、得られた結果について若干の考察を加えることにする。

地表面の温度は前述の観測方法の項でも述べたように地温測定部分の受感部に薄く土をかけた程度で、どちらかといえば気温に近い温度変化をとることは想像できる。しかしそこからわずか10cm高い気温に比べて著しく温度の変化が少なく、密度間の差も少なかった点についてはよくわからないが、あるいは地温の影響も受けているのかも知れない。

地下10cmの地温のうち、生育期前半の温度傾向はよ

く理解できるが、生育期後半の9月中旬以降3,000本区の温度が林外より高い傾向については下記のように考えられる。9月中旬以降になると、気温が下がり、一般に土壌温度も下がってくるが、まだ完全に閉鎖していない3,000本区の場合には屋の間にある程度光が入り、暖められた熱は木の枝でその放出を押えられる。ところが林外の方はせっかく暖められても放出される熱を押えるものがないので温度がなかなか上がらないものであろう。一方6,000本区の場合は完全に閉鎖しているので光がほとんど入らず、終止温度が上がらない状態が続くものと思われる。

結局、閉鎖直前の林分の地温は閉鎖林分よりも一般的に高く、その傾向は土壌の余り深くないところで顕著で、生育後期には林外よりもやや高い場合があるといえそうである。

#### 地上2mの風速

昔から林内は林外に比べて風が弱いといわれているが、最近の報告でも<sup>2,9)</sup>樹種や林の構成状態(混交林、純林、間伐、無間伐)、同じ林分でも高さなどによって違いはあるが、とにかく林分が相当に風を弱める作用のあることは指摘されている。

今回の結果でもこれらの報告と同様、著しく風を弱める作用があった。そして、密度によってもわずかな違いがあり、しかもその違いは1968年、'69年、'70年と生育が進むにつれて縮小される傾向があった。

結局その年の風の強さにもよるが、密度と風との関係からトウヒ林では閉鎖の程度が進むにつれて地上2m付近の風速を弱める作用が強くなり、或程度以上に閉鎖が進み風もそれほど強くなければ、ほとんど無風状態に近づくものではないかと思われる。

地上1.5mの空中湿度については観測記録が少なく、また地上30cmの日射については6,000本区が全く記録されなかつたので今回は予備的データを示すとどめ、次回の観測データと合わせて考察することにした。

#### 文 献

- 1) 佐藤清左衛門：ヨーロッパトウヒ植栽本数試験地の閉鎖と環境因子(I)。日林北支講 18: 53~56, 1969
- 2) MITSCHERLICH, G. et al.: Ertragskundlich-ökologische Untersuchungen in Rein und Mischbestand. II. Wind, Globalstrahlung und Bestandeshelligkeit. Allg. Forst- u. Jagdztg. 136: 249~257, 1965. III. Temperaturverhältnisse. Allg. Forst- u. Jagdztg. 136: 274~282, 1965
- 3) MITSCHERLICH, G. und KÜNSTLE, E.: Untersuchungen über die Bodentemperatur in einigen Nadel- und Laubholzbeständen in der Nähe von Freiburg/Br.

Allg. Forst-u. Jagdztg. 141: 129~134, 1970

- 4) 佐藤清左衛門: カラマツ 植栽本数試験地の気温と地温 (未発表). 1966
- 5) 柴田信男: スギ林の育成に関する 環境学的研究 (未発表). 1955
- 6) BAUMGARTNER, A.: Über die Unterschiede in den klimatischen Wuchsbedingungen freien und einer birkenüberstellten Wiederaufforstungsfläche. Forstwiss. Cbl. 75: 223~239, 1956
- 7) 中馬 尚: 森林微細気象観測の試み. 昭 15 日林講: 578~588. 1940
- 8) 中馬 尚, 片山 茂: 姫路地方瘠悪林地における微細気象学的観測の 1 例. 昭 16 日林講: 628~634. 1941
- 9) DELLA-BIANCA, L. and DILS, R.E.: Some effects of stand density in a Red Pine plantation on soil moisture, soil temperature and radial growth. J. For. 58: 373~377, 1960

(1971 年 8 月 16 日受理)

## 抄 録

○ヨーロッパアカマツ種子光発芽におけるグリセリンアルデヒド-3-リン酸デヒドロゲナーゼ (NAD- and NADP-linked glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenases in light- and dark-germinated seeds of Scots pine (*Pinus silvestris*))

○ヨーロッパアカマツ種子光発芽におけるアミラーゼ活性と関連した光, 種皮およびジベレリン酸 (Light, seed coat and gibberellic acid in relation to the amylase activity in germinating Scots pine seeds (*Pinus silvestris*))

NYMAN, B.: Physiol. Plant. 25: 106~111, 112~117, 1971

この 2 つの報文は著者のヨーロッパアカマツ種子光発芽に見られる光エネルギーを伝達する代謝経路に関する一連の模索的研究の一部である。とくにこれまで赤色光の無気呼吸への直接作用が示唆されたが、これに関連する酵素反応を取り扱っている。

NADP (=TPN) グリセリンアルデヒド-3-リン酸デヒドロゲナーゼ活性は光によって影響されるとされている。この報告では NAD (=DPN) に連結したグリセリンアルデヒドリン酸デヒドロゲナーゼおよび硫酸塩添加 (リン酸化に関係する), 無添加の NADP に連結した同酵素を検定した。

ヨーロッパアカマツ種子を 25°C で明暗両区発芽床に

おいた後, 緑色光下で種皮を除き, 冷水を加えて乳鉢ですった後, 遠心分離した中層液を酵素液として 3 酵素反応を Eppendorf photometer による光学的方法によってしらべると, 3 日まで明暗両区で差が見出せない。また胚および胚乳を分けてしらべても置床 1 日で差が見られなかった。

これらのことから他の植物材料で言われているような NADP グリセリンアルデヒド-3-リン酸デヒドロゲナーゼは光による制御を示さなかった。

さきに著者は明区発芽初期に澱粉が増量することを示したが, ここではアミラーゼ活性をしらべている。前と同じように調整した酵素液を用いて, ヨード反応を光学的測定に応用して測定すると, 胚および胚乳について置床後 1 日間には差がなく, また薄層クロマトによるアミロース分解物の検出によれば  $\alpha$ -アミラーゼ活性が明区胚乳で高いことがわかった。また, ジベレリン ( $GA_3$ ) はマツ暗発芽には影響がないし, 大麦の胚乳と全く様子を異にして, マツの胚乳のアミラーゼ活性影響は認められない。また, 種皮を除いた種子でも明暗両区の胚・胚乳に差がない。しかし, 種皮に傷付けると暗所においた種子の胚乳におけるアミラーゼ活性が完全種子より落ちていくことがわかる。

この 2 つの報文からは光発芽と光エネルギー伝達経路およびそれに関連ある代謝系が明らかでなく, 探索はさらに続けられねばならない。 (畑野 健一)