

# 長野営林局管内におけるカラマツ造林不適地の土壌条件

— 特に土壌の理化学性について —

局・計画課土壌調査係 林 信 一

はじめに

カラマツ造林 100 年の歴史をもつ長野県、特に高海拔地の主要部を占める国有林では、カラマツを除外して造林を考えることはできない。

木材利用、販売面その他未解決の問題はあるにせよ、カラマツ造林地の大半は良好な生育を示し、既に期待どおりの伐期収穫をあげているところも多い。しかし、一部ではなお不成績造林地が発生し改植や樹種変換その他取扱いの変更を余儀なくされることがある。

いうまでもなく、各地域施業計画区の更新樹種選定基準により、カラマツを含む主要樹種について土壌と標高にもとづく造林適地が示されている。しかしながら、湿性ポドゾル地帯、ササ密生地、藁雪地帯などでは、いまなお未解決の問題が少なくない。

ここでは、過去 20 年間に調査されたカラマツ造林不成績地について、その原因が主として土壌条件特に土壌理化学性にあると思われる事例<sup>\*1</sup>をとりあげ、周辺の生育良好な林分と対比した結果、カラマツ造林の適地判定に一つの目安が得られたので報告する。ただし湿性ポドゾルは本研究の対象外とする。

## I 調査地の概要

調査地は戸隠<sup>1)</sup>(長野)、大門<sup>2)</sup>(上田)、野辺山<sup>3)</sup>(白田)、飯島<sup>4)</sup>(駒ヶ根)および橋戸<sup>5)</sup>(奈良井)の 5 地区で、土壌断面 9 点を調査し、土壌の分析を行ったものである。(図-1 参照)

これら不成績地と対比するため、各地区でカラマツ人工林の生育が比較的良好な林分に設定された土壌断面 10 点を選んだ。ただし、橋戸についてはカラマツ良好林分の調査結果が得られないため、ヒノキ人工林の土壌と対比した。調査地の概要は表-1 のとおりである。

不成績地は地形、土壌に共通点がある。すなわち、いずれも山麓緩斜面または山頂緩斜面で、傾斜は 2~20 度、平均 14 度であり、土壌は表層付近まで堅密なカベ状構造を示す黒色土または褐色森林土(B<sub>10-8</sub>(m)・B<sub>0</sub>(m)・B<sub>1</sub>(m))である。

## II 土壌の理化学性

土壌理化学性のうち林木生育と関係が深いと思われる

\*1 土壌条件が不良なため、造林木の活力が低下し、寒害や病害などの被害が健全な状態にくらべ顕著に出た事例を含む。

\*2 ( ) 内は事業区を示す、以下同じ。

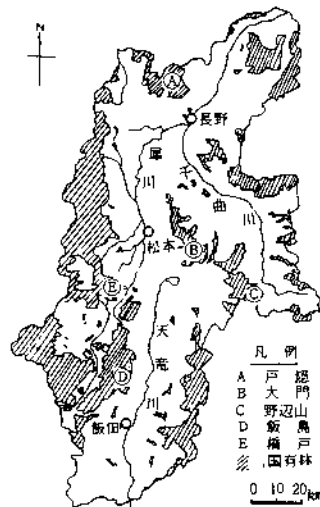


図-1 位置図

表-1 調査地の概要

| カラマツ不成績地 |     |       |    |       |         |      |         |       |    |                       |       |
|----------|-----|-------|----|-------|---------|------|---------|-------|----|-----------------------|-------|
| 地区       | 事業区 | 林小班   | 林齢 | 平均樹高  | ha 当り本数 | 地位   | 標高      | 地形    | 傾斜 | 土壌型                   | 調査年   |
| A 戸隠     | 長野  | 28 は  | 4  | 1.8 m | 380     | -    | 1,200 m | 山麓緩斜面 | 2° | B <sub>0</sub> (m)    | 昭和43年 |
|          |     | 31 め  | 3  | 1.7   | 2,080   | -    | 1,180   | "     | 5  | B <sub>10-8</sub> (m) |       |
| B 大門     | 上田  | 119 は | 2  | 0.5   | -       | -    | 1,490   | "     | 5  | "                     | 37    |
|          |     |       |    |       |         |      |         |       |    |                       |       |
|          |     |       |    |       |         |      |         |       |    |                       |       |
| C 野辺山    | 白田  | 68 と  | 45 | 11.3  | 800     | 3    | 1,460   | "     | 6  | "                     | 47    |
|          |     | 67 は  | 61 | 8.2   | 350     | 1 未満 | 1,660   | "     | 9  | "                     |       |
|          |     | 106 い | 59 | 12.3  | 1,200   | 1 "  | 1,540   | "     | 6  | "                     |       |
| D 飯島     | 駒ヶ根 | 243 ろ | 7  | 0.8   | 200     | -    | 1,380   | "     | 13 | B <sub>0</sub> (m)    | 57    |
| E 橋戸     | 奈良井 | 110 は | 7  | 1.4   | 300     | -    | 1,740   | 山頂緩斜面 | 9  | B <sub>0</sub> (m)    | 56    |
|          |     | "     | 7  | 0.9   | 700     | -    | 1,710   | "     | 20 | "                     |       |
| (参考)     | 野尻  | 191 い |    |       |         |      | 1,510   | "     | 10 | P <sub>w</sub> (i) I  | 46    |

自然状態の容積重、圧結度、最小容気量および透水速度の 4 種目について検討することにした。各地区の理化学性は表-2・1、2・2 のとおりである。なお参考として湿性鉄型ポドゾルの数値を併記した。

## III 土壌理化学性の良否の区分

土壌の理化学性は層別別に各 1 点(稀に 2 点)測定されているが、土壌断面ごとに層位の厚さや試料採取深度が異なるため、相互の比較に不便を感じる事が多い。また土壌条件の影響は林木の根系の主たる分布領域で最も端的にあらわれる苦で、あまり深部の土壌条件は重要度が低いと思われる。

前住<sup>2)</sup>によれば、カラマツは根系の全重量の 92% が地表から 30cm までの間に分布しているという。

一般に土壌の表層は乾性土壌や過湿な土壌、ポドゾルなどを除き、団粒状構造が形成され、理化学性が良好で植物養分に富むが、下層へいくにしたがいカベ状構造などの空隙に乏しい状態に移行し腐植その他植物養分も減少する。

林木生育に対する好適な条件が深くまで続いているほど造林地として望ましいことはいうまでもな

| カラマツ良好地 |      |    |      |        |    |         |        |    |                    |       |
|---------|------|----|------|--------|----|---------|--------|----|--------------------|-------|
| 専業区     | 小林班  | 林齢 | 平均樹高 | ha当り本数 | 地位 | 標高      | 地形     | 傾斜 | 土壌型                | 調査年   |
| 長野      | 30ぬ  | 57 | 23 m | 700    | 9  | 1,180 m | 山麓緩斜面  | 3° | B <sub>1p-ε</sub>  | 昭和43年 |
| 上田      | 146に | 45 | 21.4 | 500    | 9  | 1,350   | 小尾根    | 6  | B <sub>0</sub>     | 37    |
|         | 109ね | 41 | 12.6 | 1,200  | 4  | 1,500   | 鈍頂尾根   | 7  | B <sub>1p(d)</sub> |       |
|         | 108へ | 44 | 14.8 | 1,200  | 5  | 1,540   | 下降斜面下部 | 10 | B <sub>1p-ε</sub>  |       |
|         | 147に | 45 | 20.3 | 600    | 8  | 1,500   | 台地周縁   | 16 | "                  |       |
| 白田      | 106い | 56 | 20.8 | 600    | 8  | 1,290   | 下降斜面沢沿 | 14 | "                  | 40    |
|         | 69い  | 61 | 17.0 | -      | 5  | 1,730   | 平行斜面山腹 | 21 | "                  |       |
| 駒ヶ根     | 243は | 13 | 8.0  | 1,400  | 9  | 1,400   | 山麓緩斜面  | 14 | B <sub>ε</sub>     | 57    |
| 奈良井     | 24ろ* | 35 | 8.4  | 1,900  | 6  | 1,480   | 平行斜面山腹 | 36 | B <sub>0</sub>     | 34    |
|         | 48ろ* | 39 | 11.8 | 1,400  | 8  | 1,300   | " 下部   | 37 | B <sub>ε</sub>     |       |

\*ヒノキ人工林

い。換言すれば不良な土壌条件が浅い位置に出現するほど造林上不利であるといえる。

これらの観点から、ここでは土壌理学性の測定値は各層の上端部を代表するものとして取扱うこととし、造林成績との関係については、地表から深さ30cmまでの範囲を対象として検討することにした。

つきに土壌理学性を示す上記4種目について、カラマツの根系の伸張や生活を阻害する不利な土壌条件の出現する深さとの関連を考慮し、土壌理学性を層位(深度)別数値に応じて、便宜上A(良好)、B(不良)の2階級に区分した。A、Bの区分基準は表-3のとおりで、区分の結果は表-2.1、2.2の右側および図-2に示すとおりである。

表-2.1 カラマツ不成績地の土壌理学性

| 地区    | 専業区    | 断面番号<br>土壌型           | 層位             | 平均層厚<br>(cm) | 層位レンジ<br>(cm) | 容積率 | 圧結度 | 容気量<br>(%) | 透水速度<br>(cc/min) | 良否区分 |     |     |      |
|-------|--------|-----------------------|----------------|--------------|---------------|-----|-----|------------|------------------|------|-----|-----|------|
|       |        |                       |                |              |               |     |     |            |                  | 容積率  | 圧結度 | 容気量 | 透水速度 |
| A 戸隠  | 長野     | A-1                   | A <sub>1</sub> | 10           | 0~10          | 30  | 51  | 2          | 44               | A    | A   | B   | X    |
|       |        | B <sub>ε</sub> (m)    | B <sub>ε</sub> | 45           | 10~55         | 41  | 53  | 0          | 3                | B    | B   | B   | X    |
|       |        | B <sub>ε</sub>        | B <sub>ε</sub> | 10+          | 55~65+        | 40  | 53  | 2          | 20               | A    | A   | B   | X    |
|       |        | A-2                   | A <sub>1</sub> | 7            | 0~7           | 34  | 65  | 5          | 86               | A    | B   | B   | X    |
| B 大門  | 上田     | B <sub>1p-ε</sub> (m) | A <sub>2</sub> | 14           | 7~21          | 43  | 57  | 3          | 60               | B    | B   | B   | A    |
|       |        | B-21                  | A <sub>2</sub> | 38           | 21~59         | 46  | 60  | 5          | 52               | A    | B   | B   | A    |
|       |        | B <sub>1p-ε</sub> (m) | A <sub>1</sub> | 9            | 0~9           | 34  | 64  | 18         | 863              | A    | B   | B   | A    |
|       |        | C-22                  | A <sub>2</sub> | 14           | 9~23          | 46  | 69  | 5          | 60               | A    | B   | B   | A    |
| C 野辺山 | 白田     | B <sub>1p-ε</sub> (m) | A <sub>1</sub> | 33           | 23~56         | 52  | 72  | 7          | 47               | A    | B   | B   | A    |
|       |        | C-22                  | A <sub>1</sub> | 7            | 0~7           | 35  | 67  | 9          | 138              | A    | B   | B   | A    |
|       |        | B <sub>1p-ε</sub> (m) | A <sub>2</sub> | 14           | 7~21          | 40  | 63  | 4          | 53               | A    | B   | B   | A    |
|       |        | C-2                   | A <sub>2</sub> | 25           | 21~46         | 41  | 58  | 4          | 37               | A    | A   | B   | A    |
| D 飯島  | 駒ヶ根    | B <sub>1p-ε</sub> (m) | A <sub>1</sub> | 8            | 0~8           | 24  | 52  | 13         | 590              | A    | A   | A   | X    |
|       |        | B <sub>1p-ε</sub> (m) | A <sub>2</sub> | 12           | 8~20          | 33  | 59  | 7          | 290              | A    | A   | A   | X    |
|       |        | C-3                   | A <sub>3</sub> | 18           | 20~38         | 39  | 62  | 5          | 17               | A    | A   | B   | X    |
|       |        | B <sub>1p-ε</sub> (m) | A <sub>3</sub> | 17+          | 38~55         | 41  | 60  | 7          | 44               | A    | A   | B   | X    |
| E 戸隠  | 奈良井    | D-1                   | A <sub>1</sub> | 5            | 0~5           | 25  | 45  | 19         | 232              | A    | A   | A   | X    |
|       |        | B <sub>ε</sub> (m)    | A <sub>2</sub> | 10           | 5~15          | 36  | 58  | 7          | 134              | A    | A   | A   | X    |
|       |        | E-3                   | A <sub>3</sub> | 35           | 15~50         | 42  | 60  | 4          | 41               | A    | A   | A   | X    |
|       |        | B <sub>ε</sub> (m)    | B <sub>ε</sub> | 40+          | 50~90+        | 72  | 79  | 7          | 43               | A    | A   | A   | X    |
| 参考    | 野尻(制寺) | D-1                   | A <sub>1</sub> | 7            | 0~7           | 25  | 45  | 32         | 630              | A    | A   | A   | X    |
|       |        | B <sub>ε</sub> (m)    | A <sub>2</sub> | 19           | 7~26          | 59  | 75  | 8          | 143              | A    | B   | B   | X    |
|       |        | E-2                   | B <sub>ε</sub> | 20           | 26~46         | 67  | 78  | 8          | 131              | A    | B   | B   | X    |
|       |        | B <sub>ε</sub> (m)    | B <sub>ε</sub> | 13           | 46~69         | 114 | 95  | 7          | 62               | A    | B   | B   | X    |
| 参考    | 野尻(制寺) | E-2                   | A <sub>1</sub> | 10           | 0~10          | 34  | 39  | 17         | 270              | A    | A   | A   | X    |
|       |        | B <sub>ε</sub> (m)    | B <sub>ε</sub> | 11           | 10~21         | 65  | 63  | 1          | 69               | A    | B   | B   | X    |
|       |        | E-3                   | B <sub>ε</sub> | 7            | 21~28         | 78  | 69  | 0          | 9                | A    | B   | B   | X    |
|       |        | B <sub>ε</sub> (m)    | A              | 20           | 0~10          | 42  | 46  | 19         | 235              | A    | A   | A   | X    |
| 参考    | 野尻(制寺) | B <sub>ε</sub> (m)    | A              | 20           | 10~20         | 61  | 62  | 6          | 77               | A    | A   | A   | X    |
|       |        | E-3                   | B <sub>ε</sub> | 20           | 20~30         | 69  | 68  | 10         | 130              | A    | A   | A   | X    |
|       |        | B <sub>ε</sub> (m)    | B <sub>ε</sub> | 20           | 30~50         | 83  | 76  | 6          | 55               | A    | A   | A   | X    |
|       |        | 7                     | A <sub>1</sub> | 4            | 0~4           | 48  | 76  | 13         | 250              | A    | A   | A   | X    |
| 参考    | 野尻(制寺) | A <sub>1</sub>        | A <sub>2</sub> | 8            | 4~12          | 111 | 117 | 1          | 30               | B    | B   | B   | X    |
|       |        | B <sub>ε</sub>        | B <sub>ε</sub> | 26           | 12~38         | 99  | 110 | 2          | 34               | B    | B   | B   | X    |

表一2・2 カラマツ造林良好地の土壤理化学性

| 地区    | 事業区   | 断面番号<br>土壤型 | 層位                             | 平均層厚<br>(cm) | 層位レンジ<br>(cm) | 容積重 | 圧結度 | 容気量<br>(%) | 透水速度<br>(cc/min) | 良否区分 |     |     | 断面<br>型 |
|-------|-------|-------------|--------------------------------|--------------|---------------|-----|-----|------------|------------------|------|-----|-----|---------|
|       |       |             |                                |              |               |     |     |            |                  | 多積重  | 圧結度 | 容気量 |         |
| A 戸隠  | 長野    | A-3         | A <sub>1</sub>                 | 10           | 0~10          | 36  | 53  | 7          | 110              | A    | A   | A   | X       |
|       |       |             | A <sub>2</sub>                 | 19           | 10~29         | 44  | 57  | 0          | 48               | B    | B   | B   |         |
|       |       |             | A <sub>3</sub>                 | 18           | 29~47         | 43  | 62  | 6          | 34               | A    | A   | A   |         |
| B 大門  | 上田    | B-7         | A                              | 15           | 0~15          | 40  | 59  | 18         | 57               | A    | B   | A   | Y       |
|       |       |             | B                              | 90           | 15~105        | 71  | 87  | 6          | 60               | B    | B   | A   |         |
|       |       |             | A <sub>1</sub>                 | 11           | 0~11          | 34  | 60  | 23         | 968              | A    | A   | A   |         |
|       |       |             | A <sub>2</sub>                 | 21           | 11~32         | 46  | 78  | 7          | 64               | A    | A   | A   |         |
|       |       |             | A <sub>3</sub> -B <sub>1</sub> | 24           | 32~56         | 60  | 82  | 6          | 62               | -    | -   | -   |         |
| C 野辺山 | 白根    | C-1         | A <sub>1</sub>                 | 20           | 0~20          | 34  | 58  | 34         | 350              | A    | A   | A   | Y       |
|       |       |             | A <sub>2</sub>                 | 60           | 20~80         | 51  | 81  | 6          | 73               | A    | A   | A   |         |
|       |       |             | A                              | 18           | 0~18          | 35  | 56  | 15         | 535              | A    | A   | A   |         |
|       |       |             | B <sub>1</sub>                 | 28           | 18~46         | 47  | 61  | 10         | 250              | A    | A   | A   |         |
|       |       |             | A <sub>1</sub>                 | 15           | 0~15          | 34  | 61  | 17         | 860              | A    | A   | A   |         |
|       |       |             | A <sub>2</sub>                 | 22           | 15~37         | 46  | 70  | 5          | 64               | A    | A   | A   |         |
|       |       |             | A <sub>3</sub>                 | 25           | 37~62         | 47  | 71  | 7          | 8                | -    | -   | -   |         |
|       |       |             | B                              | 14           | 0~14          | 21  | 45  | 21         | 588              | A    | A   | A   |         |
|       |       |             | A <sub>2</sub>                 | 13           | 14~27         | 32  | 55  | 4          | 55               | A    | A   | A   |         |
|       |       |             | A <sub>3</sub>                 | 23           | 27~50         | 38  | 59  | 8          | 160              | A    | A   | A   |         |
| D 飯島  | 駒ヶ根   | D-2         | B                              | 25+          | 50~75+        | 53  | 78  | 2          | 38               | -    | -   | -   | Y       |
|       |       |             | A <sub>1</sub>                 | 9            | 0~9           | 28  | 52  | 18         | 345              | A    | A   | A   |         |
|       |       |             | A <sub>2</sub>                 | 15           | 9~24          | 41  | 59  | 7          | 123              | B    | B   | A   |         |
|       |       |             | A-B                            | 23           | 24~47         | 69  | 76  | 6          | 144              | B    | B   | A   |         |
| E 戸隠  | * 奈良井 | E-6         | B <sub>1</sub>                 | 18           | 47~65         | 68  | 65  | 15         | 203              | -    | -   | -   | Y       |
|       |       |             | A                              | 15           | 0~15          | 52  | 64  | 13         | 230              | B    | B   | A   |         |
|       |       |             | B <sub>1</sub>                 | 35           | 15~50         | 62  | 68  | 4          | 137              | B    | B   | A   |         |
| E 戸隠  | * 奈良井 | E-8         | A <sub>1</sub>                 | 25           | 0~25          | 53  | 56  | 21         | 98               | B    | B   | A   | Y       |
|       |       |             | B <sub>1</sub>                 | 35           | 25~60         | 72  | 69  | 3          | 98               | B    | B   | A   |         |

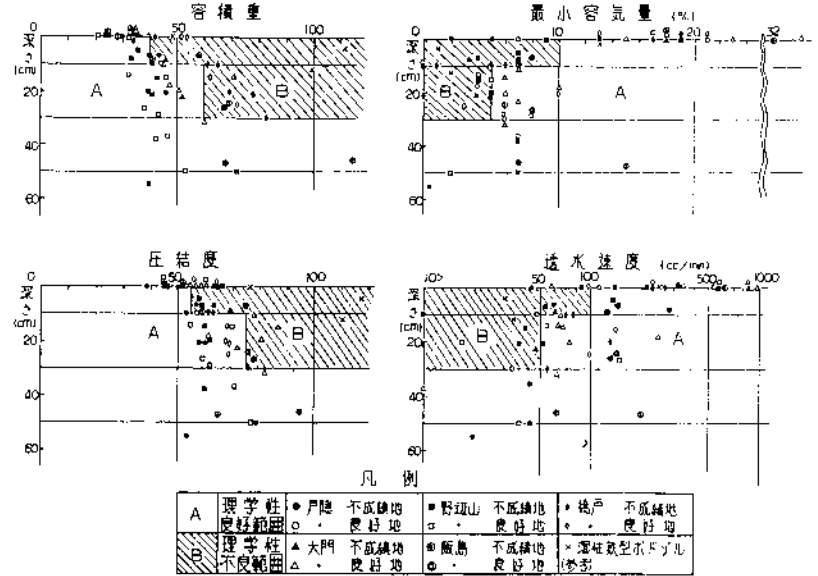
\*ヒノキ人工林

表一3 土壤理化学性の良否判定基準

| 種目<br>深度<br>(cm) | 自然状態の容積重 |     | 圧結度  |     | 最小容気量(%) |     | 透水速度<br>(cc/min) |      |
|------------------|----------|-----|------|-----|----------|-----|------------------|------|
|                  | 良好       | 不良  | A    | B   | A        | B   | A                | B    |
| 0~10             | 0~40     | 41~ | 0~55 | 56~ | 0~10     | 11~ | 0~100            | 101~ |
| 11~30            | 0~60     | 61~ | 0~75 | 76~ | 0~5      | 6~  | 0~50             | 51~  |

A……良好 B……不良

図-2 土壤層位別の理化学性の分布



#### IV 統計的方法による土壤理化学性とカラマツ造林成績との関係の検定

##### (1) 土壤層位別の検定

理化学性の各種目別に A, B 両区分に所属する土壤層位の数を分割表にまとめ、 $\chi^2$  検定を行うと表一4のとおりである。

この場合検定の方法としては、土壤理化学性の良否と造林成績とは無関係であるという仮説(帰無仮説)を前提とし、算出された期待度数(理論度数)と実際の出現度数との間に、統計的に有意な差があるか否かを判定するもので、 $\chi^2_0$  の値がある数値を上回る場合に仮説は否定され、そ

表一 4 土壤層位別の理学性とカラマツ造林成績との関係の検定  
(数字は出現度数, ( ) は期待度数)

自然状態の容積重

|           |               |              |    |
|-----------|---------------|--------------|----|
| 容積重<br>成績 | A             | B            | 計  |
| 不良        | (17.28)<br>17 | (9.72)<br>10 | 27 |
| 良好        | (14.72)<br>15 | (8.28)<br>8  | 23 |
| 計         | 32            | 18           | 50 |

$\chi^2 = 0.27$ , 有意でない。

圧結度

|           |               |               |    |
|-----------|---------------|---------------|----|
| 圧結度<br>成績 | A             | B             | 計  |
| 不良        | (12.96)<br>14 | (14.04)<br>13 | 27 |
| 良好        | (11.04)<br>10 | (11.96)<br>13 | 23 |
| 計         | 24            | 26            | 50 |

$\chi^2 = 0.35$ , 有意でない。

最小容気量

|           |               |               |    |
|-----------|---------------|---------------|----|
| 容気量<br>成績 | A             | B             | 計  |
| 不良        | (14.04)<br>10 | (12.96)<br>17 | 27 |
| 良好        | (11.96)<br>16 | (11.04)<br>7  | 23 |
| 計         | 26            | 24            | 50 |

$\chi^2 = 5.26^{**}$ , 2.5%水準で有意

透水速度

|            |               |              |    |
|------------|---------------|--------------|----|
| 透水速度<br>成績 | A             | B            | 計  |
| 不良         | (17.82)<br>14 | (9.18)<br>13 | 27 |
| 良好         | (15.18)<br>19 | (7.82)<br>4  | 23 |
| 計          | 33            | 17           | 50 |

$\chi^2 = 5.24^{**}$ , 2.5%水準で有意

の種目については造林成績に明らかな影響を与えたとみなすことができる。

検定の結果によれば、自然状態の容積重と圧結度とは仮説が否定されず造林成績との関係は不明瞭である。しかし、最小容気量と透水速度とは危険率 2.5% という高水準で仮説が否定された。したがってこれら 2 種目は造林成績に対し明らかに影響をおよぼしているといふことができる。

## (2) 土壤断面別の検定

最小容気量および透水速度の 2 種目とも B<sub>2</sub> 区分に属する土層をもつ断面を X 型とし、その他の断面を Y 型とする。その結果は表 2-1、2-2 の右端に示すとおり、不成績地のほとんどが X 群に良好地ほとんどが Y 群に属し、例外は両群で各 1 断面のみである。

不成績地の例外である飯島の断面 D-1 は、B<sub>2</sub> 層 (深度 46~59 cm) の容積重、圧結度が異常に大きい。このような異常値はたとえ下層でも、造林成績に対する影響を無視すべきではないのかも知れない。

つぎに土壤層位別の場合とくらべて標本数が減少するという問題はありますが、これと同様にして土壤断面を X、Y 別に分割表にまとめ、 $\chi^2$  検定を行うと表一 5 に示すとおり、きわめて高水準で帰無仮説は否定される。したがって土壤断面の X、Y 区分は造林成績の良否ときわめて密接な関係があるといふことができる。

## V 考 察

カラマツの生育環境として最小容気量や透水速度が小さいこと、特に両者とも B<sub>2</sub> 区分に属する土層をもつ土壤、すなわち X 型の土壤をもつ意味を考えてみよう。

最小容気量が小さいことは融雪期や梅雨期その他土壤水が過剰に供給された場合に、土壤中に残存する空気の量が少ないことを示す。

また透水速度が小さいことは過剰な土壤水の移動、下層への浸透が遅く、土層内の排水が不良であることを示す。

したがって最小容気量、透水速度ともに小さい土層は、いったん過剰な土壤水が供給されると、土層内部の空気 (酸素) 不足の状態が長時間持続し、還元的な状態におかれることを意味する。土壤水の集中度合によっては当該土層より上部まで累をおよぼす危険がある。

塘はスギ、ヒノキ、アカマツ、カラマツの 4 樹種の根がその呼吸のため酸素を要求する割合を、2 年生の苗木について水耕栽培を行ない、通気実験によって確かめている。その結果は表一 6 のとおりでカラマツは最も通気による生長増加率が高く、他樹種を大きく上回っている。

またこれと関連して行った上記 4 樹種の根が還元的な土壤に対する反応を調べる実験では、カラマツは実験開始直後に苗木の全数が枯死したため実験は不能に終わったという。

これらを考えあわせると最小容気量と透水速度がともに小さい土層の存在は、カラマツの生育環境としてきわめて不適當であり、本研究の結果が偶然に生じたものでないことを示唆している。

## VI 結 論

本研究の結果は、カラマツ造林の適地判定の信頼度を高める上で役立つと思われる。このさいに必要な適地判定の手順を模式的に示せば図一 3 のとおりである。

この結果カラマツ造林不適地と判定された場合は、樹種変換その他現地の状況に応じて対策を立てる必要がある。理学性の不良な土壤に比較的抵抗性がある樹種については、今後の研究にまつところが多いが、現段階ではシラベ、トウヒ、ウラジロモミ、キハダなどが有望と思われる。

おわりに

本研究は多年にわたり蓄積された調査結果を解析したものであり、この間調査に御協力いただいた

\* 融雪期に土壤の下層が凍結し、表層が融解している場合は凍結層が不透水層の役割を演ずることも考えられる。

表一 5 土壤断面別の理学性とカラマツ造林成績との関係の検定

|           |             |             |    |
|-----------|-------------|-------------|----|
| 断面型<br>成績 | X           | Y           | 計  |
| 不良        | (4.26)<br>8 | (4.74)<br>1 | 9  |
| 良好        | (4.74)<br>1 | (5.26)<br>9 | 10 |
| 計         | 9           | 10          | 19 |

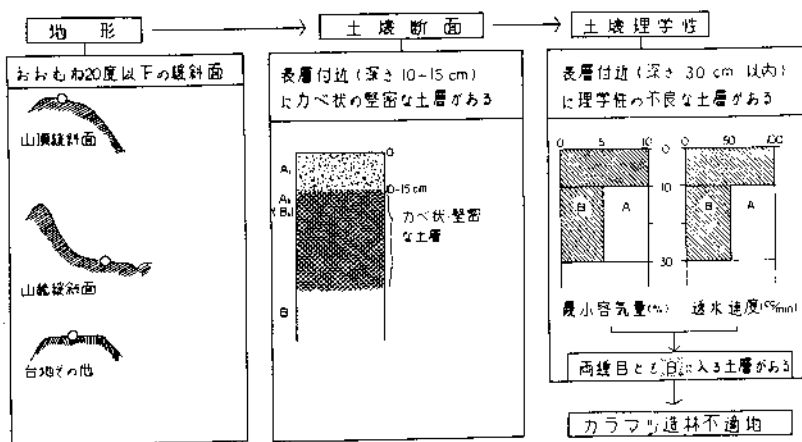
$\chi^2 = 11.82^{***}$  0.5%水準で有意

表一 6 水耕された苗木の通気効果  
(実験期間 3 ヶ月)

|      |      |            |              |
|------|------|------------|--------------|
| 樹種   | 通気処理 | 苗木の生体重 (g) | 通気による増加率 (%) |
| スギ   | 通気   | 43.0       | 0.2          |
|      | 無通気  | 42.9       |              |
| ヒノキ  | 通気   | 11.4       | 4.6          |
|      | 無通気  | 10.9       |              |
| アカマツ | 通気   | 41.5       | 21.7         |
|      | 無通気  | 34.1       |              |
| カラマツ | 通気   | 64.6       | 33.7         |
|      | 無通気  | 48.3       |              |

(塘 1962 による)

図-3 カラマツ造林の適地判定の手順



営林署の関係各位、および現地調査、室内実験を担当した計画課土壤調査係の各位に深謝の意を表す。

#### 引用文献

- (1) 林 信一・榎谷 清：ハケ岳山麓野辺山地区の更新について、長野林友No.3, 1973
- (2) 刈住 昇：森林生産の場における根系の機構と機能 II、(英文)、林試研報No.267, 1974
- (3) 計画課土壤調査係：戸隠山国有林の不成積造林地の土壤調査結果について、1969
- (4) ——：奈良井事業区110林班(橋戸国有林)カラマツ造林不成積地調査報告、続報一土壤の理化学性について、1981
- (5) ——：駒ヶ根事業区243ろ(飯島国有林)改植予定地調査報告、1982
- (6) 林野庁：長野宮林局林土調報、No.30、(白田)、1969
- (7) ——：——No.22、(上田 川西)1965
- (8) ——：——、No.15、(奈良井)、1962
- (9) ——：——、No.35、(野尻 阿寺)、1974
- (10) 塘 隆男：わが国主要造林樹種の栄養および施肥に関する基礎的研究、林試研報、No.137, 1962