

富士山腹の造林不成績地における 微気候観測の一例

Kyoichi TAKEDA, Katura INOUE and Iwao OHTA: Micro-Climatic Observations
at an Unsuccessful Plantation on the SSE-Slope of Mt. Fuji.

武 田 京 一¹⁾
井 上 桂²⁾
太 田 巖³⁾

1. 緒 言

富士山の南南東斜面にある東臼塚（海拔高度 1454.3m）附近にカラマツの造林不成績地が数箇所存在する。当時静岡営林署吉原担当区伊藤技官より試験場に同造林不成績地の気象的調査の依頼があつたので簡単な観測を行つた。以下その結果の概要を報告したいと思う。

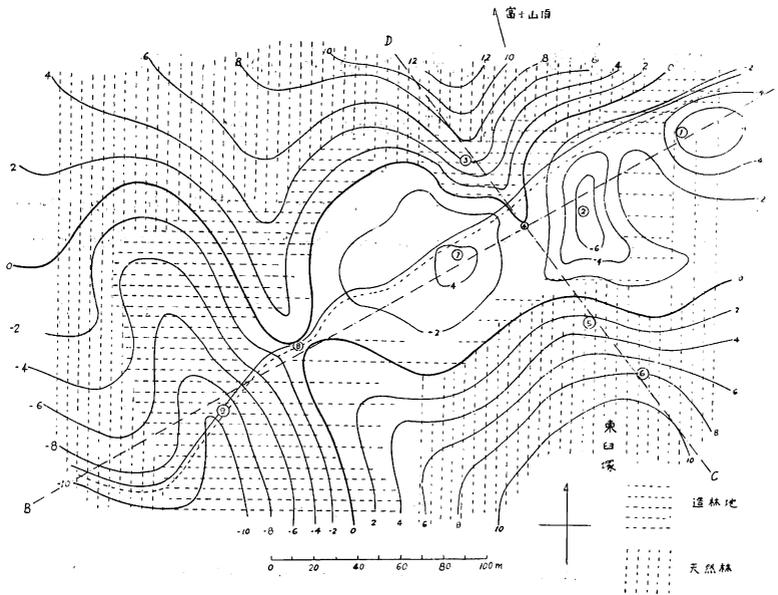
2. 観 測 の 方 法

造林不成績地は東臼塚附近に数箇所あるが、今回観測したのはそのうちの2箇所である。場所は東臼塚の北西方および北方約 100mの所にある。

記録によれば以前は原野であつたが昭和4年度にカラマツの第1回植栽を行つた（1町歩当り約 4,000 本）。不成績箇所にはその後さらに2, 3回の補植を行つたがうまくゆかず、さらに昭和15年6月ごろヤチダモを東北地方から取寄せて植栽したが、その後2, 3年は春に芽を出すも段々その数が減少し現在僅かに数十本が第1図の中央凹地の周辺に残っているに過ぎない状態である。なお、現在一部矮性になつて残っているカラマツは第1回の植栽林である。また周囲は天然林であつてブナ、ミヅナラ、ハンノキ、ヤマグワ、ウラジロモミ等の針広混雑林である。

第1図に示すものは現地附近の簡単な測量の結果であつて、観測点4を基準として2mごとに等高線を描いてある。図より明らかなように今回調査した造林不成績地は主として2つの凹地よりなる。それでこの2凹地を囲んで9個の最高最低寒暖計を設置した。最高最低寒暖計は皆同一の横掛型（ルサフオード型）で、これにトタンで簡単に日覆いを附していずれも地上50cmの高度に置いた。各観測点の特性は下のごとくである。

観測点 1. 小規模の凹地内。本凹地には疎ではあるが広葉樹が生育している。これは今回の



第 1 図 造林不成績地附近の地形および観測点位置

調査の対象ではないが比較のため選んだ。

観測点 2. 造林不成績地である 2 つの凹地の 1 つ。中央部は基準観測点 4 に比して約 7 m 低い。草地になつているので最高最低寒暖計は杭を打込んでそれに設置した。

観測点 3. カラマツ造林地内。北側斜面の状況を調査する目的で選んだ。最高最低寒暖計は樹高約 5 m のカラマツの枝に掛けた。

観測点 4. 基準観測点。草地ではあるが地表面が一部露出している。器械は生育の悪い樹高約 1 m の残存カラマツの枝に掛けた。

観測点 5. 天然林内。南側斜面の影響を調べるため選んだ。器械は樹高約 13 m のブナの木に掛けた。

観測点 6. 5 と同様南側の斜面の影響を調べるために選んだものであるが 5 よりさらに 5 m ばかり高所にある。器械は樹高約 12 m の枯れたカラマツの枝に掛けた。

観測点 7. 造林不成績地である 2 つの凹地の他の 1 つ。中央部は基準観測点 4 より約 5 m 低い。草地なので器械は杭を打込んでそれに掛けた。

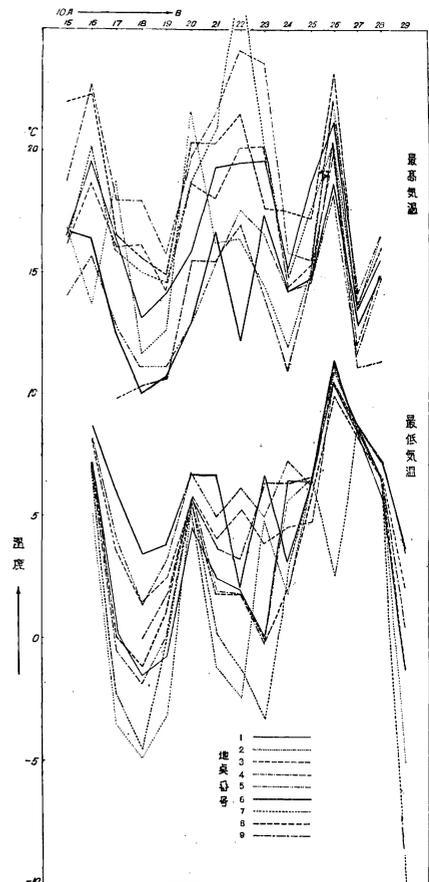
観測点 8. ちょうど峠のような地形である。小さなカラマツが点在する。器械は杭に設置した。

観測点 9. 基準観測点より約 9 m 低く、全観測点のうち一番低所にある。ここは良好な生育を示すカラマツの造林地である。8 から幅約 2 m の小径が通じているが器械はそれからさらに 2 m ばかり側方にあるカラマツの枝に掛けた。

3. 観測結果並びにその簡単な考察

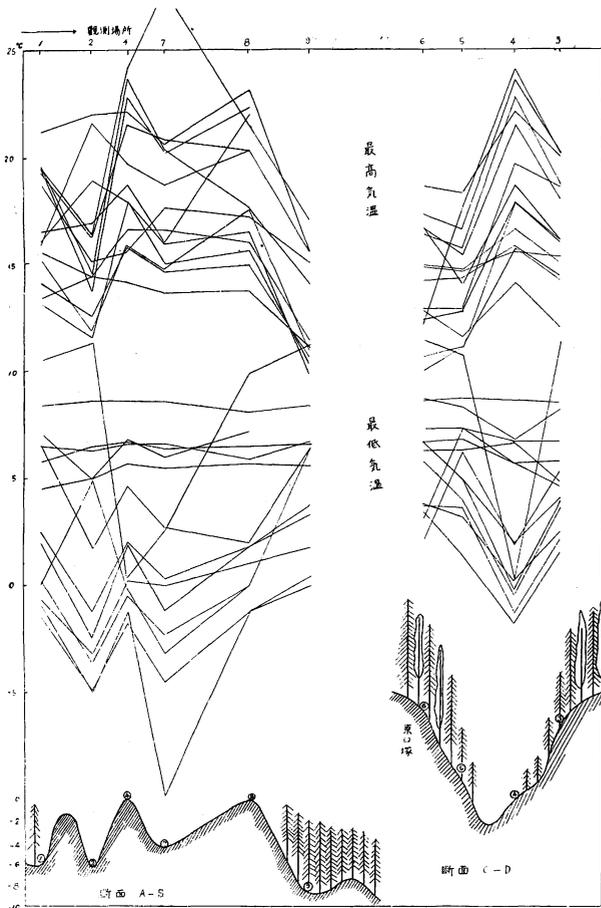
第2図には観測期間たる昭和23年10月15日から29日に至る間の最高、最低気温の逐日変化を示す。一見して気づくことは最高、最低気温がほぼ平行して変化していることである。平地では最低気温が低くなるような晴天日に最高気温の高くなることはわれわれのよく経験するところであるが、今の場合そうならなかつたのは現地が山地であるからであろう。すなわち山地では移流の影響が強く利くので一般に暖かい気塊のきた時には最高気温も最低気温も高くなるし、冷い気塊のきた時にはともに低くなる傾向がある。当時の天気図第4図と比較してみると最高気温も最低気温も低下した10月17~19日および27~29日は移動性高気圧の前面で北方からの寒冷気塊の吹出しによるものであり、また最高気温および最低気温が上昇した10月20日は移動性高気圧の後面にあつて一時南寄りの温暖な空気が吹込んだためであり、また25~26日は低気圧の通過に伴い南から温暖な空気が流入したことによるものである。しかしながら10月21~24日は最高気温が高くなり最低気温は低くなつている。天気図を見るとこの期間は本州が高気圧帯に覆われ気塊の著しい変化の見られなかつた時である。したがつてこの期間内は平地においてと同様な状況が見られたのであろう。

第3図には基準観測点4を含む現地の2断面とそこに置かれた観測点の観測結果とを示す。まず最低気温について見ると、この分布が地形の断面と一致していることがただちに認められる。すなわち断面A-Bにおいて2, 4, 7, 8の観測点においての最低気温はその断面(すなわち各観測点の高度関係)とほとんど一致している。このことはすでにCornford¹⁾によつても指摘されたところである。温度差はどのくらいかというところと2と4の間で高度差約6mに対して最低気温の差異は3°Cくらいである。また4と7の間では高度差約4.3mに対して2°C



第2図

1) Cornford, C. E.: Katabatic Winds and the Prevention of Frost Damage, Q. J. Roy Met Soc. 64, (1938), 553-587.



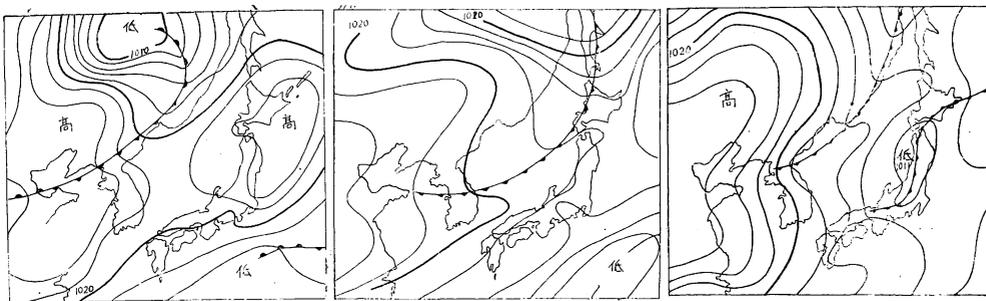
第 3 図

くらいである (特に10月29日には 8.6°C に達した)。これを 100m 当りの遞減率に引直すと 50°C 程度の大きな値になる。

観測点 1 および 9 においての最低気温は凹地にもかかわらず他より高くなっている。これはともに林内だからであろう。すなわち樹木の枝葉が夜間の輻射冷却を遮つたためであると考えられる。かつて著者の 1 人は林内の最低気温は林外の最低気温と大差ないのでないかと考えていた。何となれば夜間樹冠附近で冷却した空気は重くなつて下方へ沈降するだろうからである (本邦の森林測候所の記録を見ると林内最低気温が林外最低気温と大体同様のものもありまた

高いものもある。しかし観測地

点が近接した場所になく、地形の影響が入っているかも知れないから何とも言えないように思われる)。しかし今の例について見るとこの見解は完全に誤りであつたことがわかる。何となれば 9 は 8 よりも約 8 m 低いので、もし同高度にあつて最低気温が上述の意味で同一であつたとしたならば、高度差のために 9 の最低気温は当然 8 の最低気温よりも低くならなければなら



第 4 図 1

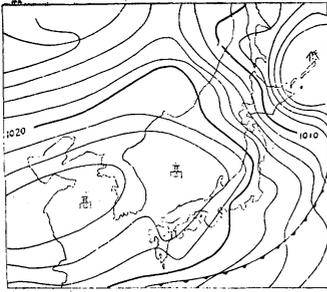
昭和 23 年 10 月 15 日 15 時

第 4 図 2

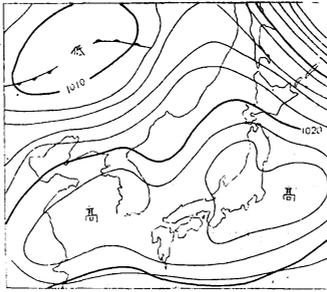
昭和 23 年 10 月 16 日 15 時

第 4 図 3

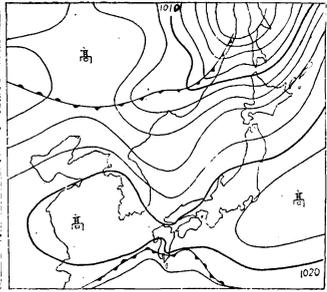
昭和 23 年 10 月 17 日 15 時



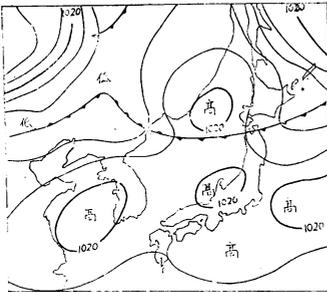
第4図4
昭和23年10月18日15時



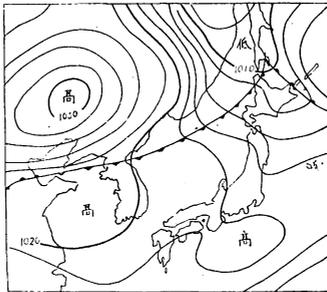
第4図5
昭和23年10月19日15時



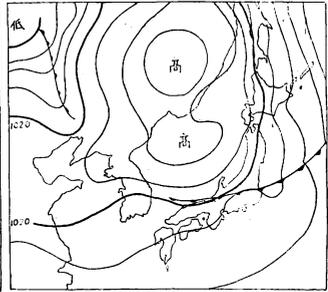
第4図6
昭和23年10月20日15時



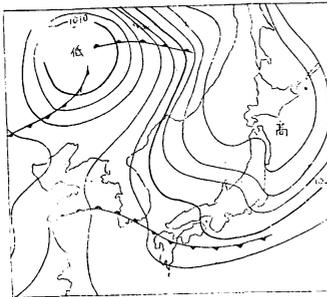
第4図7
昭和23年10月21日15時



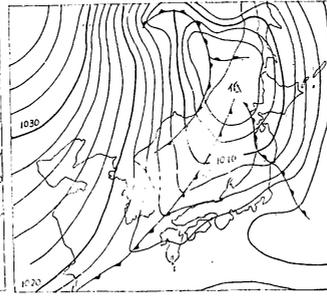
第4図8
昭和23年10月22日15時



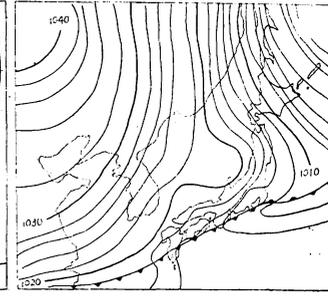
第4図9
昭和23年10月23日15時



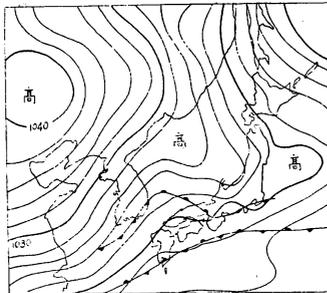
第4図10
昭和23年10月24日15時



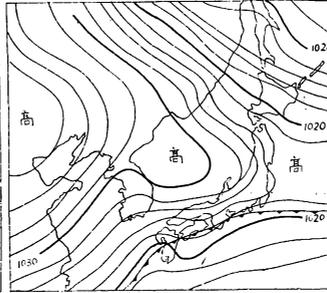
第4図11
昭和23年10月25日15時



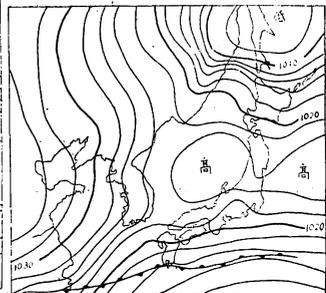
第4図12
昭和23年10月26日15時



第4図13
昭和23年10月27日15時



第4図14
昭和23年10月28日15時



第4図15
昭和23年10月29日15時

ぬであろうが、実際の結果は逆にこの 9 の方が高くなっているからである。したがって、一般に林内の最低気温は林外の最低気温より高いと考えてよいのであろう。

ここに注意すべきことは 8 と 9 との間に 8 m の高度差があるにもかかわらず最低気温は 8 の方が約 2°C 低いことである。これは最低気温時に約 $-25^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ 程度の超断熱通減率の存在したことを意味する（ただし 8 とにおける最低気温の起時には大差ないとして）このような大きい通減率が存在し得たということは驚くべきことといわねばならぬ。その際アウスタウシュは起らなかつたのであろうか？ 或いはカラマツの樹冠がアウスタウシュの発達を妨げたのであろうか？ 約 2 m ばかりの幅の 8 から 9 へ通じている小径は冷気の通路とはならなかつたのであろうか？ しかしこれらの疑問に答えるには今のような観測では全く不十分であつて少くとも最低気温時における気流状態の調査が必要である。

断面 C-D について見ると最低気温は明らかに断面のとおりである。この場合は林内観測点 3, 5, 6 は林外観測点 4 に比較して高所にあるので林内であるということと高所にあるということとの 2 効果が重疊してこの結果を生ぜしめたものであろう。しかし今の結果からこの 2 効果を分離することは困難である。そのためにはさらにもつと観測が必要である。

最高気温の分布はやや複雑である。断面 A-B について見ると観測点 2, 4, 7, 8 における最高気温の分布は最低気温の場合と同様にほぼ地形断面と似ている。一般に凹地内の気温の日較差は大きく、突出地の日較差は小さいということは古くからしられた事実であり、Hann²⁾の著書にも述べられているところであるが、今の場合特にそういう事実は認められない。すなわち低地内の最高気温が日中あまり上昇しないのである。したがって最高気温時といえども低地内の気温は低く、低地内には気温の逆転が起つていることになる。これは平地の場合と異なり、山地のこととて低地内においては日照時間少なく日射による加熱が夜間形成された逆転層を破壊するに至らぬためであると考えられる。

林内すなわち観測点 9 における最高気温が林外すなわち 8 より低いのは当然予想される所であるが、も一つの林内観測点 1 が凹地の観測点 2 に比較して幾分高い最高気温を示しているのは説明を要する所かも知れない。これは 1 の森林が疎林であるために最高気温の低下効果が 9 ほど顕著でないことと、凹地 2 の最高気温の上昇効果が上述の理由で大きくなかつたためによるものであろう。

次に断面 C-D について見ると 3, 4, 5 の最高気温の分布は地形断面と正反対の傾向を示す。これは林内最高気温が林外に比して低いこと（3, 5 は林内である）と凹地内の最高気温は高いという 2 効果が重疊したためであると考えられる。

2) Hann, J.: Jahrbuch der Meteorologie, 1926, 4te Aufl. S. 86.

4. 造林不成績地を生ぜしめた原因について

過去に造林といえは所をきらわすその対象樹種はスギ・ヒノキであつたため、いわゆる適地適木の基本概念を忘却したものが各地にみられる。そしてその面積の大面積に及ぶものは裏日本の一部にみられるヒノキの漏脂病の如きはその最たるものであろう。局地的小面積の不良地はなお数多くみられる。その不良ならしめる原因はまことに複雑で、その場所、場所で必ずしも同一でない。多くの原因がしかも相互に影響しあうことがある。しかしその原因を大別すると3つとなる。第1が林木そのものに原因があるとき、第2が立地条件、第3が病虫害であらう。

この造林地の場合を考えると樹種の選定を誤つたものでもなく、また病虫害でもないと推定される。何となれば周囲の造林地の生育は良好であるからである。第1、3の条件ではない。第2の条件は土地と気象の二条件にわけられる。まず土地の条件であるがその土壌は熔岩の破砕した礫を含む砂質壤土である。詳細は調査を欠くので不明であるが、さほど湿地帯であるとは思われない。試みに凹地内に生えている植物を調べてみた。それらはオウバギボシ、サワヒヨドリ、キオン、ヘビノネコザ、アカシヨウマ、カワラマツバ、イタドリ、シモツケ、ヨモギ等であつた。これらは幾分湿生であるが普通の土地にみられる植物で、特にそこが甚しい湿地であると判定する資料とはならないように思われる。しかしこの地に詳しい人の説にもみられるように、この凹地は雪どけ期にその水が停滞して、これが夜間は氷り、日中は融けることによつて林木に生理被害を与えることが想像される。なおこのような条件は土壤調査と併せて今後の研究にまたねばならぬと思う。

次に気象の影響については、その主なるものは降水量、風と温度であらう。

この場合には降水量は問題にならないから次に考えられることは風の影響である。ここは富士山腹と東臼塚との間の WSW—ENE の方向の谷間に相当し風通しはかなり良好な所である。ことに冬季の偏西風は顕著に吹くらしい。実際観測点8の両側斜面上の風衝地のカラマツの生長が貧弱なのは風もその重要な因子であらうと推測される。しかし今考えている不成績地は凹地である。凹地内の風が弱いことは当然であるから造林結果を不良ならしめた原因として風速が大きいためであるとは考えられない。

ここにおいてはじめて気温が有力な原因として考えられるようになる。すなわち凹地内に寒気が停滞しそれによつて春の若芽が害われたものであろう。しかしカラマツは北海道でも造林され、耐寒性は強く果して凹地内の寒気がカラマツの若芽を枯死せしむるに十分であるか否かは一考を要する。上述の如くこの附近の海拔高度は約 1400 m であり、またカラマツ帯の上限は 2400 m 辺である。したがつてここからカラマツ帯の上限までなお約 1000 m ある。気温の通減率を $-0.5^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ とすれば 1000 m の高度差は 5°C の温度差に相当する。元来カラマツは寒さに強い樹種であるがその若芽は比較的弱いことが知られている³⁾ から、もしカラマツ

3) たとえば土井藤平森林保護学, 昭和 13 年, 28 頁。

の生育限界を決定するものが春の若芽の出た頃の最低気温であると考えらるならば（勿論そのみではなかろうが、これが主要な原因の1つであることは明らかである）、この附近に局部的に最低気温が 5°C 以上低くなる所があればそこではカラマツは育たぬ訳である。今回観測した最低気温についてみると、9と7の間または5と7の間の温度差は大抵 5°C またはそれ以上になつている。したがつて、9または5の観測点附近においてカラマツが生長しても7（およびそれより低温を示す2）において育たないのは当然であるかも知れぬ。かくしてその造林結果を不良ならしめた一原因は凹地内に停滞する寒冷空気、すなわちいわゆる霜孔の現象が有力な一原因であると考えることができらるであらう。凹地周辺に残るヤチダモの樹型が一定の高さで筈状をしていることからこれを裏書している。なお1および9の観測点附近においてともに凹地でありながら何故樹木が生長しているかについて一言附加えておきたい。

1. は凹地ではあるが2または7に比して規模が小である。したがつて1の凹地の周囲の斜面上に生長せる樹木のために夜間の輻射放熱が妨げられ、最低気温は2または7ほどに低下せずある程度の樹木が生育することができたと考えらる。もつとも斜面上に生育する樹木の輻射遮断作用と言つてもあまり顕著なものでないだらうから、場合によつては1の凹地内にもかなり低温の空気の停滞したこともあつたであらう。実際に1の凹地内には寒害を受けたと思われる樹木が観察されたのである。また9は第3図の断面図では凹地のように見えるが実際は第1図に見られるように完全な凹地ではなくて南方に開いているのである。したがつて寒気はここに停滞できない。故にそこではカラマツが良好な生育を示しているものと考えらる。

5. 将来の対策

この造林不成績地において将来如何にしたらよいかというと、

- 1) もつと寒気に対して強い樹種を選んで造林する。
- 2) 凹地に溝または堀のようなものを堀つて寒気の停滞を防ぐとともに排水溝とする。
- 3) 造林は断念する。必要があれば開墾して野菜のようなものを作る。

等が考えらる。2) の方法によれば再びカラマツを植えることができると思われるが小面積であるので、こんな土木工事をする価値があるかどうかは疑問である。

6. 結 言

1) 富士山腹の造林不成績地において観測を行い、観測された最高最低気温の分布と地形との関係を明瞭ならしめた。

2) その造林を不成績ならしめた原因について考察し霜孔すなわち寒冷空気の停滞が有力な原因であることを推定した。しかしやしくもこの原因をつきつめるにはなお植物学上、立地学上からも森林病虫学の関係からもなお詳細に検討を要し、今後の研究にまたねばならぬ。

終りに本研究の端緒を与えてくださった現河津営林署伊藤交枝官に対し、また観測に際し種々の便宜を与えられた東京営林局造林課長岡島吳郎技官並びに沼津、静岡営林署および御殿場、吉原担当区の方々に深甚なる謝意を表す。

Résumé

Maximum and minimum air temperatures were observed daily at an unsuccessful plantation of *larix* (*L. Kaempferi* Sarg.) from 15 to 29 October, 1948 on the SSE-slope of Mt. Fuji, the mean height from the sea level at the site being about 1454 m. The observations were carried out at 9 locations situated around and in the plantation. Results obtained were found to be intimately correlated with vartical configurations of the site and the plant cover. After brief considerations regarding some probable causes of failure of plantation such as soil water and wind conditions, it was found that the plantation site was in a sort of frost-pocket.