法政大学学術機関リポジトリ
HOSEI UNIVERSITY REPOSITORY

PDF issue: 2025-07-12

# 〈総説〉フィンランドにおける気温逆転に関わる諸問題

田淵, 洋 / TABUCHI, Hiroshi

(出版者 / Publisher)
法政大学地理学会
(雑誌名 / Journal or Publication Title)
JOURNAL of THE GEOGRAPHICAL SOCIETY OF HOSEI UNIVERSITY / 法政地理
(巻 / Volume)
21
(開始ページ / Start Page)
55
(終了ページ / End Page)
65
(発行年 / Year)
1993-03-24
(URL)
https://doi.org/10.15002/00026131

法　政　地　理
J. Geogr. Soc. Hosei Univ.
21. p 54—64. (1993. 3)

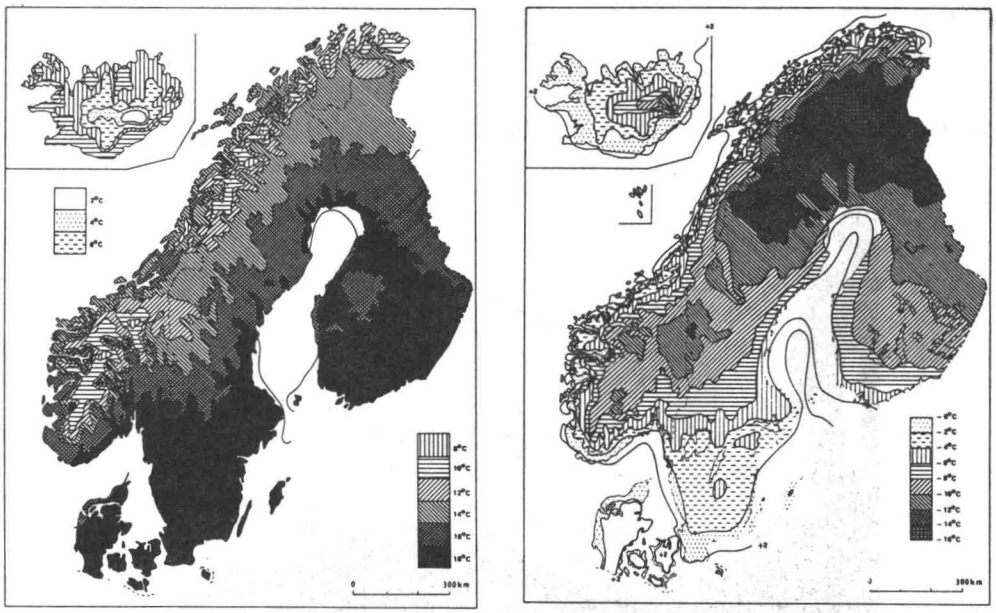
# フィンランドにおける気温逆転に関わる諸問題

田淵　洋*

I　はじめに
II　フィンランド中，南部における esker 上の kettle hole での凍害
1　Salpausselkä
2　フィンランド南部の eskerkettlehole 内での森林の生育障害
III　フィンランド北部における気温逆転の地形，植生への影響
1　フィンランド北部の地形と植生
2　ダケカンバ林の虫害と気温逆転
IV　今後の問題

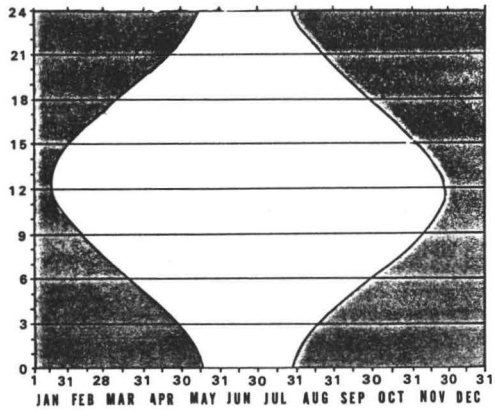
## I　はじめに

フィンランドは，南北に細長く，ほぼ北緯 60 度から 70 度に位置している。その気候は，高緯度のわりに高温になる夏と，想像以上にきびしい寒さの冬に特徴がある（Nordseth, 1987）。フィンランドの夏は，スカンジナビア山脈によって海洋の影響を遮られ，内陸的な気候となり，同緯度のスウェーデンやノルウェーよりも高温になる（第 1 図）。また，冬にはスウェーデンとの間に広がるボスニア湾も凍結し，ノルウェー海流の影響を受けて温暖なノルウェーよりもはるかに寒冷である。冬季の気温低下が著しいフィンランド最北部に



第 1 図　スカンジナビアにおける 7 月と 1 月の月平均気温（1931-1960 年）（Nordseth, 1987）

*　法政大学経済学部




**第2図**　Utsjoki（69°54' N, 27°00' E）における極夜と白夜（Seppälä, 1976）

は，永久凍土も発達している（Seppälä, 1984）。

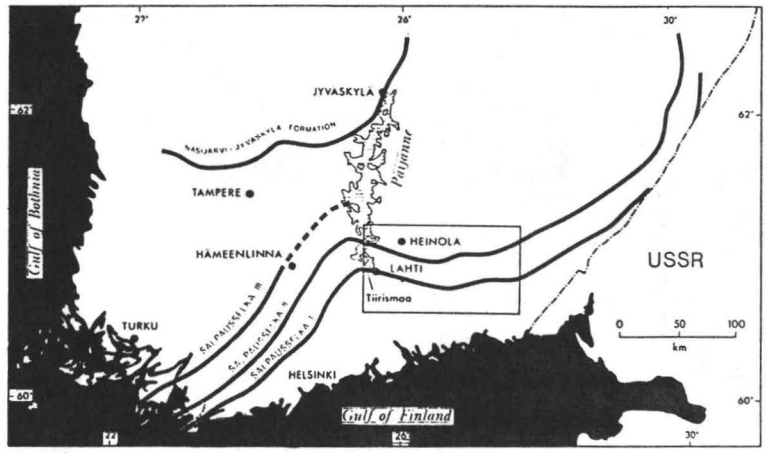
気温の逆転と冷気湖の形成は，日照時間の短いフィンランドの冬の気候の大きな特徴である。しかし，この気温逆転や冷気湖の形成が，約1－1.1万年前までフィンランド全域を覆っていた大陸氷河（スカンジナビア氷床）と，大陸氷河が衰退していく過程で形成された氷河地形と大きく関わっていることはあまり知られていない。

気温逆転と冷気湖の形成は，フィンランドの農業，林業，植生などにみられる霜害，凍害，虫害の発生に大きな影響を与えている。また虫害には，北極圏内で見られる極夜（Polar night）も関連している。フィンランド最北部のUtsjoki（69°52'N）では，11月26日から1月16日までの約50日間は，太陽が地平線上に顔を出さない極夜となっている（第2図: Seppälä, 1976）。本報告では，これらの気温逆転に関わる現象を紹介しながら，いくつかの問題点について述べる。

## Ⅱ　フィンランド中，南部における esker 上の kettle hole での凍害

### 1　Selpausselkä

大陸氷河がスカンジナビアから衰退していく過程で，フィンランド最南部が氷河の下から顔を出したのは約1－1.1万年前であるが，この氷河の衰退が一時的に停滞した時期にフィンランド語でSalpausselkä（サルパウスセルカ）とよばれる大規模なend moraine（終堆石丘）がフィンランド南部に形成された（第3図: Heikkinen, 1983）。この図から明らかなように，Salpausselkäは3列からなり，南へ弧状に張りだしながらほぼ東西方向に走っている。このend moraineの内側（北側）には，大陸氷河の下を流れていた融氷水流の砂礫堆積物からなる細長い堤防状の高まり・eskerが北西から南東方向に何列も走っている。これらのend moraineやeskerは氷食を受けた平坦な地形面上に比高30～40mの丘陵あるいは堤防状の高まりとなり，時には100km以上も連




**第3図**　フィンランド南部におけるend moraine（Salpausselkä）の位置（Heikkinen, 1983）

続している。この esker や moraine の上には，大陸氷河前面の outwash plain 上でよく見られる，ほぼ円形の平面形をもつスリバチ状の凹地・kettle hole が形成されている。

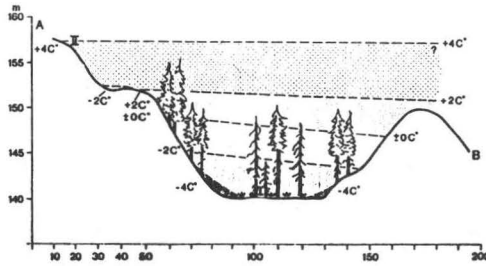
## 2　フィンランド南部の esker kettle hole 内での森林の生育障害

フィンランド南部では，森林伐採後に植林の行われた esker 上の kettle hole 内で，幼樹の生育障害と枯死が発生している。Tikkanen & Heikkilä (1986) は，この原因を明らかにするため，Helsinki の北およそ 100km の Lammi にある Helsinki 大学生物学研究所の近くで esker の小気候学的な調査を行った。

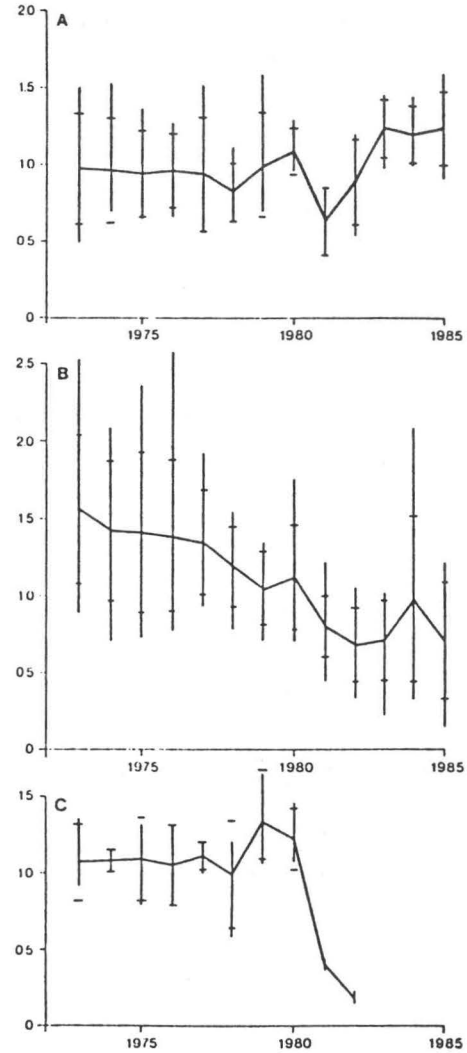
樹木の生育障害は，森林で覆われている kettle hole よりも，モミを伐採した後の kettle hole で著しく，深さ数mの小規模な kettle hole でも樹木の生育障害が発生している。また kettle hole 内では，底から 5−6.5mの高さまで障害が及んでいる。Tikkanen & Heikkilä (1986) は，1986 年 5 月下旬に kettle hole を横切る断面にそって気温の日変化を観測し，あわせて樹木の年輪成長量を測定した。その結果，晴天で風のない夜に，放射冷却により冷気湖が形成されるのが確認された。kettle hole の底では，kettle hole 周辺の気温が 0℃以上の時でも，気温は 0℃を大きく下まわった。また，kettle hole の底の気温が−4.5℃の時，kettle hole の斜面上部との気温差は最大で 9℃に達した。

kettle hole の底に生育しているモミは，樹木の生育期間前半の春の寒冷な夜に，下方の枝が凍害を受け，樹高の比較的低い樹木は，樹木全体が被害を受けている（第 4 図）。この被害を受けた樹木の年輪成長量を測定すると，kettle hole の底の樹木は斜面上部の樹木に比較して生育速度が遅くなっているのが確認された。（第 5 図）。

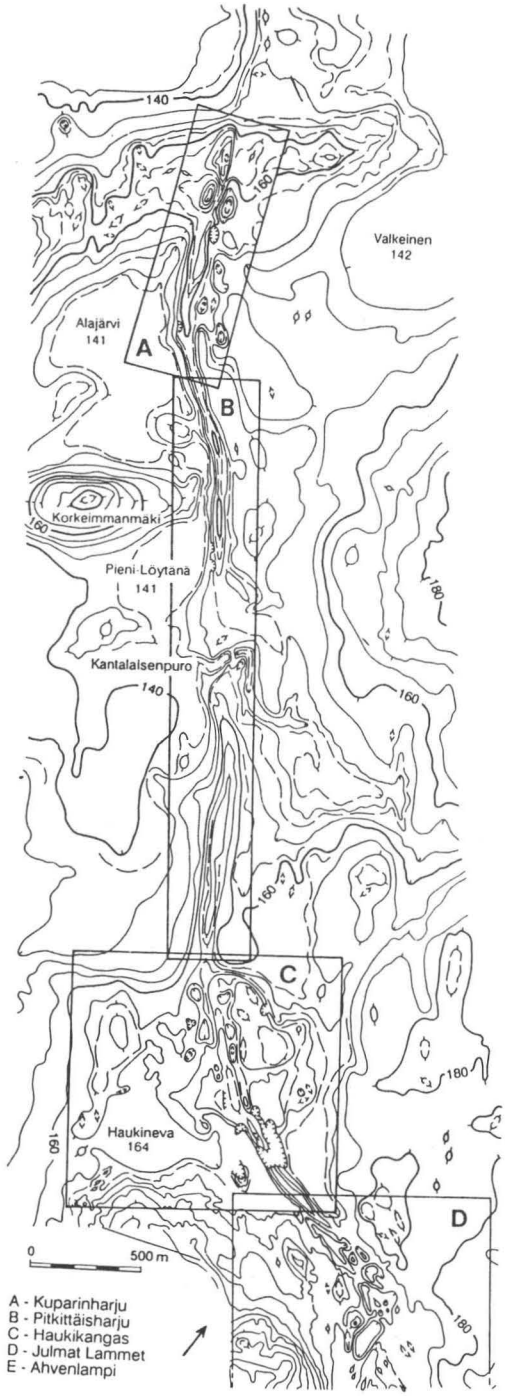
また Rikkinen (1989) も，esker のよく発達するフィンランド中部の Kalmari-Saarijärvi esker 地帯（第 6 図）において，esker 地帯の小気




**第 4 図**　Lammi における esker kettle hole での気温逆転と樹木の凍害（Tikkanen & Heikkilä, 1986）




**第 5 図**　Lammi における esker kettle hole 底と斜面上での樹木の年輪成長量（Tikkanen & Heikkilä, 1987）A: 斜面上部(生育良好)B : 斜面下部(生育不良)C : Kettleholeの底（枯死）




**第6図**　フィンランド中部の esker, Kuparinharju と Pitkittäisharju (Rikkinen, 1989)

候に対する地形の影響，esker 地帯の植生に対する小気候の影響についての調査を行った。

Kuparin esker 地帯の植生図（第7図c）を esker 地帯の地形図（第7図a），気温分布図（第7図b）と見比べると，esker 地帯の植生が地形と小気候をよく反映しているのが読み取れる。第7図bでは，kettle hole の中が最も低温になっている様子がよくわかる。kettle hole 内での気温逆転は，最大で8℃に達している（第8図）。また Rikkinen（1989）は，樹木が kettle hole 内で気温逆転によって凍害を受けた場合と積雪によって凍害を免れた場合の樹形の違いを模式図で示している（第9図）。

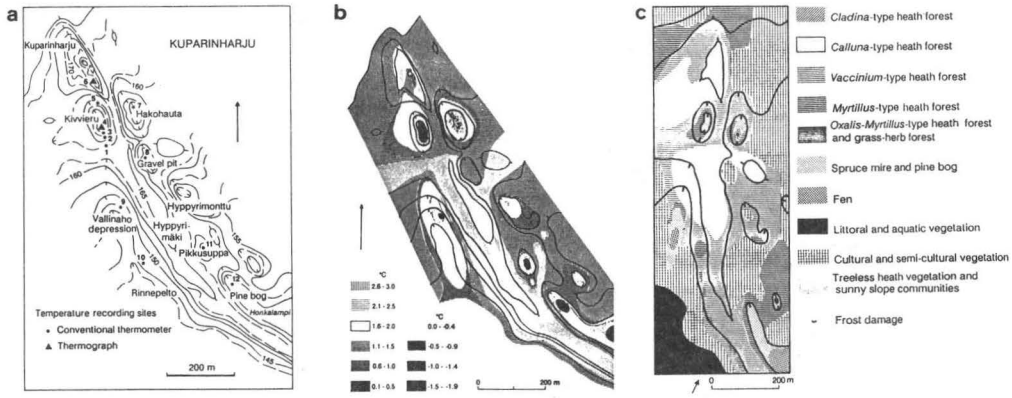
## Ⅲ　フィンランド北部における気温逆転の地形，植生への影響

### 1　フィンランド北部の地形と植生

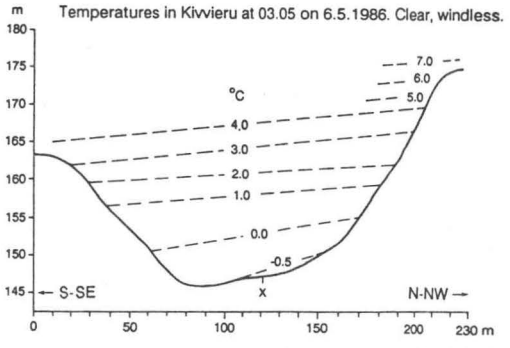
フィンランドの地形は，ノルウェー，スウェーデンに比べて，非常に平坦である。しかしフィンランド北部の地形は，南部に比較してやや起伏が大きくなっている。これはフィンランドの起伏量図（第10図）にもよく表われている（Koutaniemi, 1987）。フィンランド北部には，フィンランド語で tunturi, 英語で fell とよばれる標高数100mの残丘が点在している（第10図）が，この地域の森林限界（300－400m）より高い tunturi の山頂はツンドラとなり，そこには完新世初期の寒冷期に形成された大型礫質多角形土などの周氷河地形が分布している（田淵，原，1992）。

フィンランド北部の氷河によって形成された谷は，起伏が緩やかなためにノルウェーなどで見られるような深いU字谷ではなく，皿状の谷と呼ぶのがふさわしいようなごく浅いU字谷である。このU字谷を流れる現河川の河床には，現成の大型礫質多角形土が見られる（田淵・原，1992）。

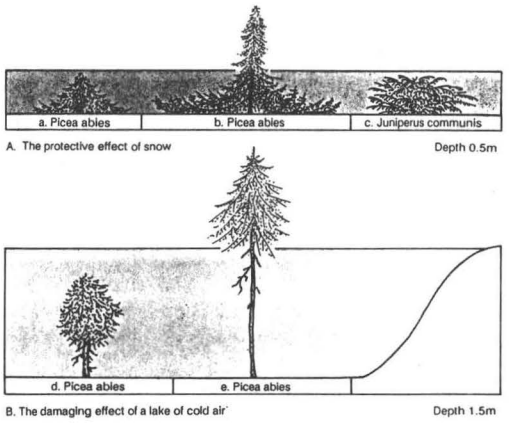
第11図は，フィンランド北部におけるモミ（*Picea abies*）とマツ（*Piuns sylvestris*）の森林限界を示したものである（Kallio & Sonesson, 1979）。フィンランド北部（北極圏）の森林を構成する主な樹木は，モミ（*Picea abies*）とマツ（*Pinus sylvestris*）とカンバ（*Betula*）類である。



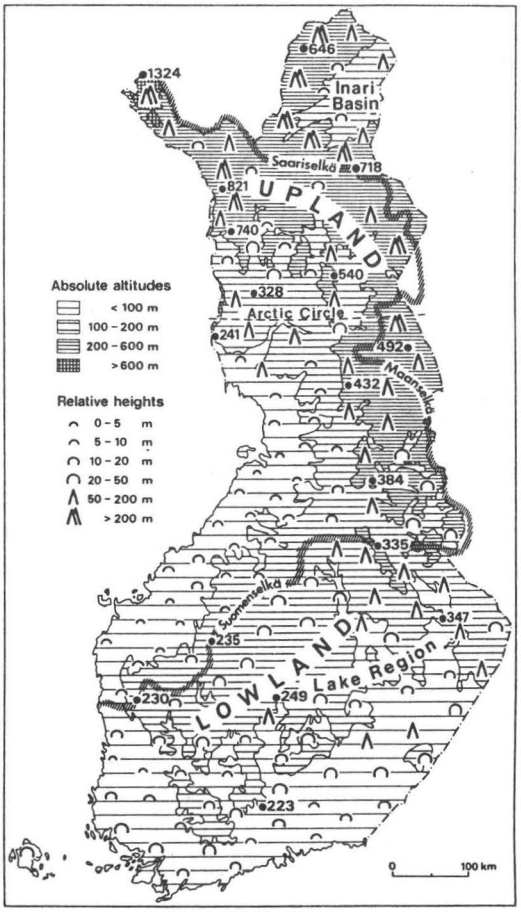

**第7図**　Kupanharju の地形図(a)，気温分布図(b)，植生図(c)（Rikkinen, 1989）



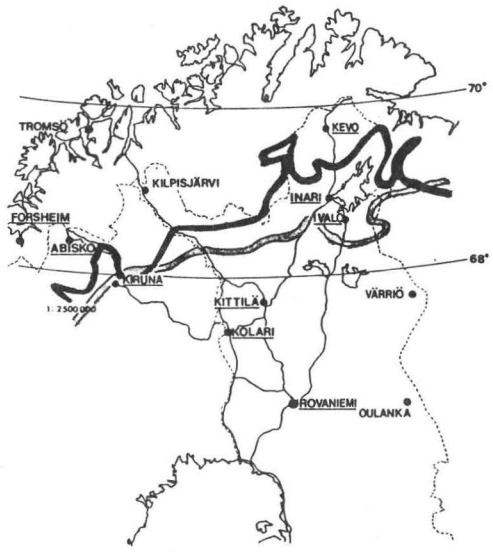

**第8図**　esker Kettle hole（Kivvieru）内の気温分布（1986年5月6日3:05am，晴天無風）（Rikkinen, 1989）




**第9図**　Kettle hole 内での凍害(B)と凍害を防ぐ積雪の効果(A)（Rikkinen, 1989）




**第10図**　フィンランドの地形と起伏量(Koutaniemi, 1987) 標高と山地（残丘）の起伏量が示されている．




第11図　フィンランド北部におけるモミ(二重線)とマツ(黒太線)の森林限界(Kallio & Sonesson, 1979)

フィンランド北部（北極圏）を北上すると，最初にモミとマツとカンバからなる森林からモミが消え，次にマツが消え，最北部ではmountain birchとよばれるダケカンバ（*Betula tortuosa*）だけとなる。

## 2　ダケカンバ林の虫害と気温逆転

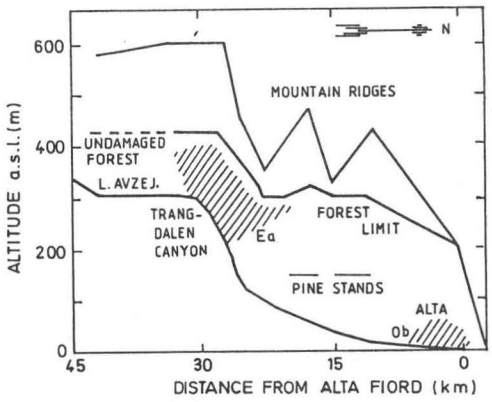
フィンランド最北部（北極圏内）において，マツの森林限界以北に分布するダケカンバ林に周期的に大きな被害をもたらしている虫，*Oporinia autumnata*（BKh.）は，ユーラシア，北アメリカに広く棲息し，周期的に異常発生することが知られている。しかし，虫害は，スカンジナビアの最北部のダケカンバ林でのみ見られる現象である。この現象は，極地生態学の研究者にとって大きな研究テーマであり（Haukioja, 1978），スカンジナビアでもっとも北（69°45'N）に位置する生物学研究所，Kevoの Turku 大学の亜寒帯研究所には，毎年夏に世界各地から多くの生物学者が集まり，野外調査を実施している。

スカンジナビアでは，北緯70度以北のノルウェー領のバランゲル半島がスカンジナビの最北地であるが，その北に広がるバレンツ海が，ノルウェー海流の影響で冬季にも凍結しないために，虫害を受けたフィンランド最北部がスカンジナビアの最寒地になっており，これは大陸度にもよく表われている（Koutaniemi, 1983）。

このフィンランド最北部での虫害が広く知られるようになったのは，1965－66年に発生した大規模な被害以降である。フィンランド最北部では，1965－66年にかけて約1,350km²のダケカンバ林が虫害を受け，森林植生は樹木のないツンドラ植生に変化した（Kallio & Lehtnen, 1973: Lehtonen,）。またSeppälä & Rastas（1980）も，ランドサットを利用してこの被害地域の調査を行い，68°45'N以北では13,207km²の調査地域のうち1,210km²が被害を受け，ダケカンバの森林限界が南下したことを指摘している。虫害を受けツンドラに変った植生が元のダケカンバの森林に復元するには，少なくとも100年は必要だと言われている（Lehtonen, 1987: Lehtonen & Yli-Rekola, 1979）。

この被害地域を細かく観察したKallio & Lehtnen（1973）は，大きな河谷の谷底ではダケカンバ林が虫害を受けていないことを指摘し，気温観測によって冬季の谷底での気温逆転を確認し，ダケカンバに産み付けられた*Oporinia*の卵がきびしい寒さで死滅するためだと説明した。また，Tenow（1972）もスカンジナビア最北部での*Oporinia*の異常発生の記録を細かく調べ，今世紀には，1965，1955，1927年，そして今世紀最初の10年間の間に一度異常発生があったことを明らかにした。フィンランド北部における1955年以前の虫害についてはNuortevaによって報告されている（Nuorteva, 1963: Nuorteva & Jussila, 1969）。極地では小動物のレミングの数が年によって大きく変動することはよく知られているが，*Oporinia*の発生数の変動の原因についてはまだ十分に解明されていない。

Tenow（1975）は，スウェーデン最北部での調査によって，*Oporinia*の被害には地形の影響が大きく，最も被害を受けなかったところは河谷であると指摘している。深い谷では，冬季に気温逆転によって*Oporinia*の卵の許容限度（約－33



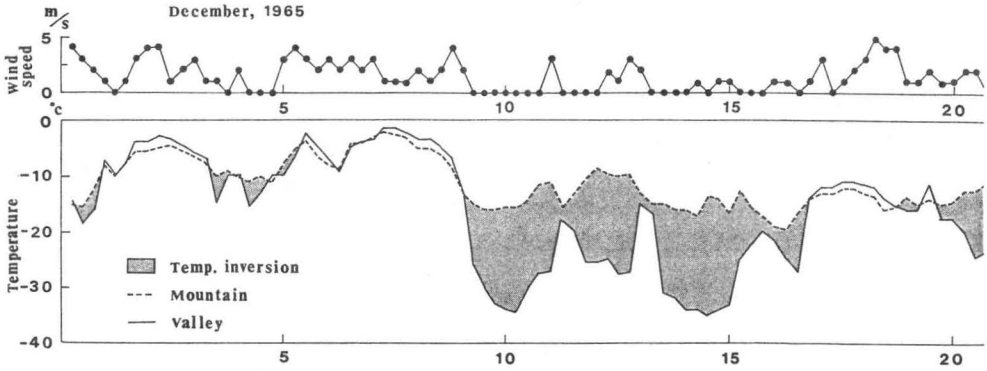

**第12図**　ノルウェー北部，Eibyelva川の河川縦断面と虫害地域の分布（Tenow and Holmgren, 1987）河川縦断面と森林限界の間の斜線部は，1964–65年の虫害地域を示す．EaとObは虫の種類を示す（Ea:*E. autumnata*, Ob:*O. brumata*）.

～－37℃）より低温になると述べている。また，Tenow & Holmgren（1987）は，ノルウェー最北部の高原，Finnmarksvidda highland plainからAlta Fjordに流入しているEibyelva川流域の虫害について調査し，河谷でも急流（峡谷）部では気流の流れが早くなり，谷底に冷気湖が形成されないために虫害が谷底まで及んでいるのを指摘した（第12図）。

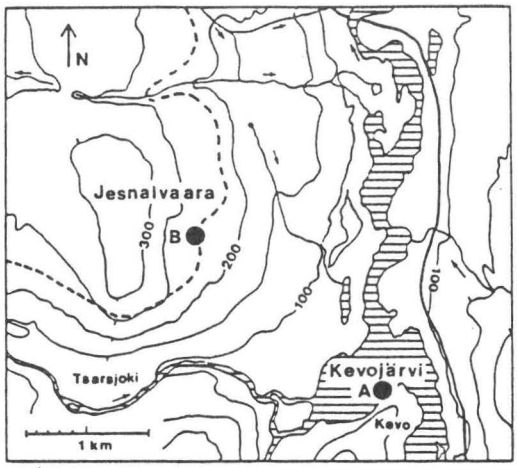
Kallio & Lehtonen（1973）は，この問題を解明するためにTurku大学の亜寒帯研究所のあるKevoの近くで，U字谷であるUtsjoki川の河床とほぼ同じ高度（標高85m）にある農場（Tsieskula Farm）と，そこから3kmほど離れた標高約250mの山（Tsieskula vaara）の山頂で気温観測を実施した。その結果によると，谷底では1966年1月には－30℃以下の日が10日あり，その中で3日は－35℃以下であった。そして最も気温の低下した日は－43℃であった。一方山頂では，－30℃以下の日はわずかに3日で，最も気温の低下した日でも－33℃であった。

1965年は1966年と同様で，谷底では－30℃以下の日が5日あり，その中で3日は－35℃以下であった。そして最も気温の低下した日は，－36.8℃であった。しかし山頂では，最も気温の低下した日でも－21.6℃であった。

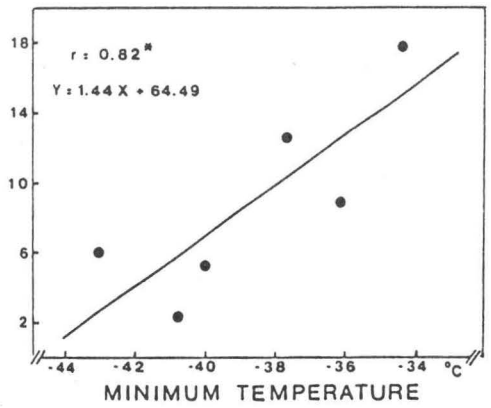
筆者は，Kallio, Lehtonen両氏の好意で，彼らが1965年から1968年にかけて実施した気温観測の資料（自記温度計の記録紙）を借用し，6時間毎の気温を読み取り，解析をおこなった（田淵，1987）。第13図は極夜の期間である1965年12月の典型的な気温逆転を示している。山頂の気温は－20℃以下には低下していないが，谷底では，－30℃以下になり，最大で20℃以上の気温逆転が発生している。この気温の変化をKevoの亜寒帯研究所に隣接するKevo測候所の風速の資料と見比べると，山頂の気温が－10℃以下の時には，無風状態が連続すると気温の逆転が進み，谷底では



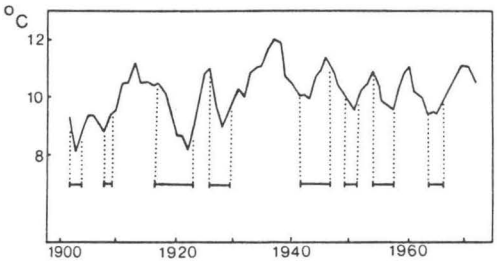

**第13図**　Utsjokiにおける1965年12月1日～20日の河床（Tsieskula Farm）と山頂（Tsieskula vaara）の6時間毎の気温と風速（田淵，1987）




**第14図**　Kevoにおける最低気温の観測地点（Niemelä, 1978）　A地点はKevo湖の水面（70m），B地点は虫害を受けた地域の下限（230m）




**第15図**　夏における*Oporinia*（成虫）の捕獲数と前年の冬の最低気温との関係（Niemelä, 1980）




**第16図**　スカンジナビア山地（62°－64° N）における*Oporinia*の異常発生と夏季（6－8月）の平均気温との関係（Niemelä, 1980）太いバーは*Oporinia*の異常発生を示す

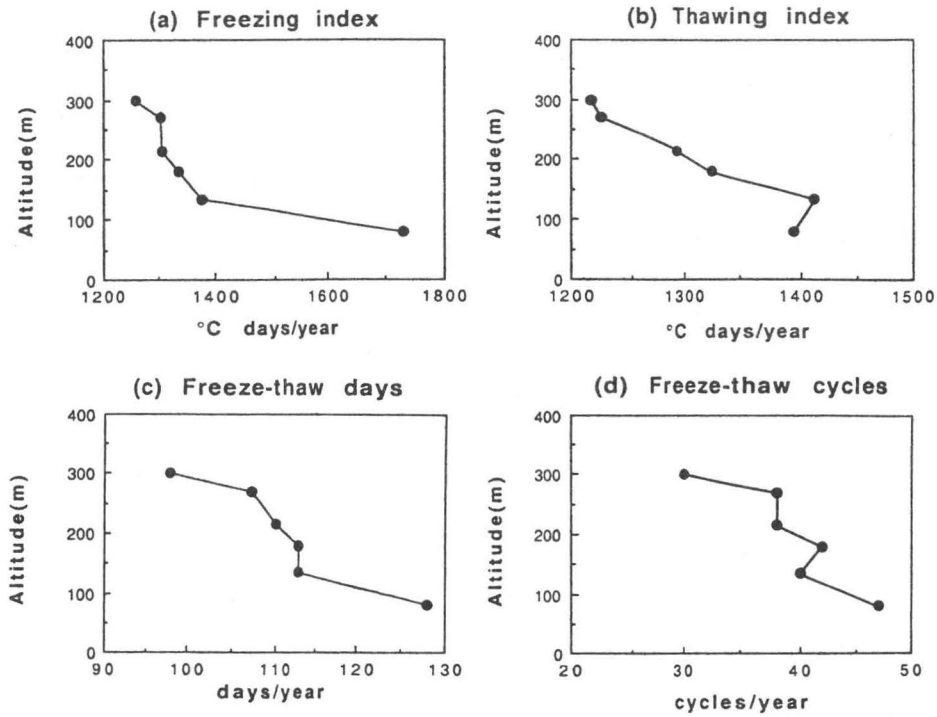
－30℃以下になる。しかし風が吹き出し，風速が2m／sec. 以上になると逆転現象が消滅していく様子がよくわかる。

Niemelä（1979）は，MacPhee（1967）による*Oporinia*の卵が－32.2℃で10%，そして－36.7℃で全て死滅するという報告の追試をKevoで行った。Niemelä（1979）は1976－77年に，Kevoの亜寒帯研究所に近い山，Jesnalvaara（330m）の南東向き斜面で，虫害を受けた地域の下限にあたる標高230mの地点（第14図中のB地点）と虫害を受けなかった標高70mのUtsjoki河の河床（第14図中のA地点）に*Oporinia*の卵を自然状態で置き，その生存率と気温の関係を調べた。

1976－77年の冬には，河床（A地点）での最低気温は－41.0℃で，卵は100 %死滅した。虫害地域の下限（B地点）での最低気温は－37.5℃で，わずかに0.4%の卵が生存していた。しかし1977－78年の冬には，河床での最低気温は前年より低く－43.0℃まで低下し，卵は100%死滅した。しかし虫害地帯の下限では，最低気温は－34.0℃までしか低下せず，92%の卵が生き残った。

1963－64年と1964－65年の冬の最低気温は，河床より少し高い所（標高105m）にあるKevo測候所の日最低気温では，－41.4℃と－37.0℃であった（Niemelä, 1979）。彼は，1964－65年には卵は谷底で死滅したが，より高いところでは死滅しなかったであろうと説明している。これは夏における*Oporinia*（成虫）のトラップによる捕獲数と前年の冬の最低気温との相関にもよく現れている。（第15図：Niemelä, 1980）。6年間（1973－78年）の資料ではあるが，夏における成虫の捕獲数と前年冬の最低気温との相関は高く，相関係数は0.82であった。Niemelä（1980）は夏の気温と*Oporinia*の発生との関係についても調べ，夏の気温が平年なみの時期と低下傾向にある時期に*Oporinia*が多く発生していることを指摘している（第16図）。

筆者はKevoのJesnalvaara山において，標高300mの山頂から標高70mの谷底にかけての6地点で，1年間（1989－90年）気温観測を行なった




**第17図** Kevoにおける Jesnalvaara 山頂（300m）から谷底（70m）までの6地点の温度条件（1989年8月－1990年7月）（田淵・原，1992）
(a)：積算寒度，(b)：積算暖度，(c)：凍結融解日数，(d)：凍結融解頻度.

（田淵・原，1991；原・田淵，1991）。積算寒度は山頂から谷へと大きくなり，谷底の積算寒度は山頂の約1.4倍で，冬季に谷底での気温逆転が著しいことを示している。一方積算暖度は，春や秋にも谷底で気温逆転が発生していることを示している。

## Ⅳ　今後の問題

フィンランドでは，穀物栽培に対する霜害や都市気候についても，気温の逆転，冷気湖の形成が大きく関わっている。

農作物の霜害については多くの研究がなされており（Valmari, 1966；Varjo, 1977：Mansikkaniemi & Laine, 1981；Mukura & Rantanen, 1987），生育期間（日平均気温が5℃をうわまわる期間）の終り頃に発生する夜間の霜が作物に大きな被害を与えると報告されている。

フィンランドにおける6月から8月にかけての霜の発生状況をみると，最も霜の発生しやすい地域は北フィンランドから中部フィンランドの海岸からやや内陸部の62－63°Nにまで及んでいる（Mukura & Rantanen, 1987）。穏やかな秋の霜は穀物の品質に影響を及ぼし，厳しい秋の霜は穀物の粒径に影響すると言われている。そして秋の早霜は種子の胚種を破壊すると言われている。

フィンランド北部の谷底では，生育期間でも最緩月の7月以外は気温の逆転が発生している（原・田淵，1982）。起伏のある農地や谷底の農地では，夏季でも気温の逆転による降霜に十分注意を払う必要がある。

都市においても緩やかな起伏のある地形上に発達した都市では，都市気温に気温の逆転が大きく影響していると考えられる。例えば，Fogelberg

*et al.*（1973）は1973年2月にHelsinki市街のヒートアイランドについて観測を実施しているが，ヒートアイランドの最も気温の高いところは地形的に周囲よりも20－30m高いところであり，一方都市周辺の気温の最も低いところは海岸部である。起伏のある地形上に発達した市街地の冬季の気温分布は，地形による影響を大きく受けていると考えられる。

フィンランド北部の気象観測所の多くは，Huovila（1987）も指摘しているように冬季の気温逆転の影響を受ける谷中の河岸や湖畔に位置している。そして冬季の気温は，その地形的位置（谷底に位置するか，斜面上に位置するか）に大きな影響を受けている（田淵，1993）。フィンランド北部では，谷の中はスカンジナビアの最寒地であるが，山の上は必ずしも最寒地ではない。この現象は最近ノルウェー北部のMazeでも報告されており（Nordli, 1990），11月から3月にかけては，平均気温が谷から山へと高度と共に高くなっている。スカンジナビア北部の気温資料を利用する場合には，気象観測所の地形的位置をよく確認する必要がある。

## 文　献


Fogelberg, P. , Nikiforow, M. , Sodermann, G. and Tornberg, L. (1973): Havaintoja Helsingin talvisesta lampoilmastosta. *Terra* **85:4,** 234–239.

Haukioja, E. , Niemelä, P. , Iso-Iivari, L. , Ojala, H. and Avo, E-M. (1978): Birch leaves as a resource for herbivores. I. Variation in the suitability of leaves. *Reports from the Kevo Subarctic Research Station,* **14,** 5–12.

Heikkinen, O. (1983): Paleoenvironmental and physiographic aspects of the Salpausselkä end moraines in southern Finland. *Quaestiones Geographicae,* **9,** 25–38.

Huovila, S. (1987): On temperature inversions in Finnish Lapland. *Uppsala University, UNGI Rapport,* **65,** 43–52.

Kallio, P. and Lehtonen, J. (1973): Birch forest damage caused Oporinia autumnata (Bkh.) 1965–66 in Utsjoki, N Finland. *Reports from the Kevo Subarctic Research Station,* **10,** 55–69.

Kallio, P. and Sonesson, M. (1979): Fennoscandian Tree-line Confrence : Introduction. *Holarctic Ecology* , **2,** 205–207.

Koutaniemi, L. (1983): Climatic characteristics of the Kuusamo uplands. *Oulanka Reports* , **3,** 3–29.

Koutaniemi, L. (1987): Geomorphology of Finland. In: Varjo, U. and Tietze, W. (eds.) , *Morden-Man and Environment*–. Gebrüder Borntraeger, Berlin, 76–90.

Lehtonen, J. (1979): Lapin Koivutuho-luonnollinen ekokatastrofi. *Suomen luonto* , **61,** 264–267.

Lehtornen, J. and Yli-Rekola, M. (1979): Field and ground layer vegetation in birch forests after Oporinia damage. *Reports from the Kevo Subarctic Research Station,* **15,** 27–32.

Lehtonen, J. (1987): Recovery and development of birch forests damaged by *Eppirrita autumnata* in Utsjoki area, North Finland. *Reports from the Kevo Subarctic Research Station* **20,** 35–39.

MacPhee, A. W. (1967): The winter moth *Operophtera brumata* (Lepidptera: Geometridae), a new pest attacking apple orchads in Nova Scotia, and its coldhardiness. *Canadian Entomolgy,* **99,** 829–834.

Mansikkaniemi, H. and Laine, S. (1981): Holizontal and vertical differences of temperature during the growing season in the Inarijoki-Teno river valley in Lapland. *Fennia,* **159 : 1,** 137–142.

Mukura, J. and Rantanen, O. (1987): Climatic risks to the yield and quality of field crops in Finland. I. Basic facts about Finnish field crops production. *Annales Agricurae Fenniae* , **26,** 1–18.

Niemelä, P. (1979): Topographical delimitation of Oporinia-damages: Experimental evidence of the effect of winter temperature. *Reports from the Kevo Subarctic Research Station,* **15,** 33–36.

Niemelä, P. (1980): Dependence of Oporinia autumnata (Lep., Geometridae) outbreaks on summer temperature. *Reports from the Kevo Subarctic Research Station,* **16,** 27–30.

Nordli, P. Φ. (1990): Inversion characteristics in a valley. Data from Máze (Masi) on Finnmarksvidda, Northerm Norway. *Geografiska Annaler* , **72** A (2), 157–166.

Nordseth, K. (1987): Climate and hydrology of Norden. In : Varjo, U. and Tietze, W. (eds.), Norden-Man and Environment-. Gebrüder Borntraeger, Berlin, 120–128.

Nuorteva, p. (1963): The influence of Oporinia autumnata (Bkh.) (Lep., Geometridae ) on the timberline in subarctic conditions. *Annales Entomologici Fennici*, **29,** 270-277.

Nuorteva, P. and Jussila, R. (1969): Incidence of ichneumonids on a subarctic fell after a calamity of the geometrid moth Oporina autumnata (Bkh.) on birches. *Annales Entomologici Fennici*, **35** (3) , 153-160.

Rikkinen, J. (1989): Relations between topography, microclimates and vegetation on the Kalmari-Saarijärvi esker chain, Central Finland. *Fennia***167:2,** 87-150.

Seppälä, M. (1976): Periglacial character of the climate of Kevo region (Finnish Lapland ) on the basis of meteorological observations 1962-71. *Reports from the Kevo Subarctic Research Station* **13,** 1-11.

Seppälä, M. (1984): Geomorphological development of the Finnish landscape-a general review. *Fennia*, **162:2,** 43-51.

Seppälä, M. and Rastas, J. (1980): Vegetation map of northernmost Finland with special reference to subarctic forest limits and natural hazards. *Fennia*, **158:1,** 41-61

Tenow, O. (1972): The outbreaks of Oporinia autumnata Bkh. (Lep., Geometridae) in the Scandinavian mountain chain and northern Finland. 1862-1968. *Zool. Bidrag Uppsala, Supplment*, **2,** 1-107.

Tenow, O. (1975): Topographical dependence of an outbreak of *Oporinia autumnata* Bkh. (Lep., Geometriade) in a mountain birch forest in northern Sweden. *Zoon* **3,** 85-110.

Tenow, O. and Holmgren, B. (1987): Low winter temperatures and an outbreak of Epirrita autumnata along a valley of Finnmarksvidda, the "cold pole" of Northern Fennoscandia. *Uppsala University, UNGI Rapport*, **65,** 203-216.

Tikkanen, M. and Heikkila, R. (1986): Avohakkuualueen supan lampoolojen vaikutus puunkasvuun Lammin Kilparistilla. *Terra*, **98:4,** 273-286.

Valmari, A. (1966): On night frost research in Finland. *Acta Agralia Fennica*, **107,** 191-204.

Vario, U. (1977): Finnish Farming-Typology and Economics-. (Geography of World Agriculture 6) . Akadémiai Kiadó Budapest, 146p.

田淵　洋 (1987): ラップランド北部における虫害による森林限界の移動と冬季の気温逆転. 日本地理学会予稿集, **31,** 142-143.

田淵　洋・原　芳生 (1991): フィンランド最北部における冬季の気温逆転について. 日本地理学会予稿集, **39,** 136-137.

原　芳生・田淵　洋 (1991): フィンランド最北部における夏季の気温逆転. 日本地理学会予稿集, **39,** 138-139.

田淵　洋・原　芳生 (1992): フィンランド北部の岩海と礫質多角形土., 地理学評論, **65**(2), 105-113.

田淵　洋 (1993): 積算温度からみたフィンランド北部の気候. 法政大学多摩研究報告. 8, (印刷中).