



| | |
|------------------|---|
| Title | 天然林の遺伝的組成に関する研究() : トドマツ天然生海岸林 |
| Author(s) | 門松, 昌彦; 向出, 弘正 |
| Citation | 北海道大學農學部 演習林研究報告, 42(4), 849-863 |
| Issue Date | 1985-10 |
| Doc URL | http://hdl.handle.net/2115/21156 |
| Type | bulletin (article) |
| File Information | 42(4)_P849-863.pdf |



[Instructions for use](#)

天然林の遺伝的組成に関する研究 (I)

トドマツ天然生海岸林*

門松昌彦** 向出弘正***

Studies on Genetic Composition of Natural Forests. I.
Natural Littoral Forest of Saghalien Fir.*

By

Masahiko KADOMATSU** and Hiromasa MUKAIDE***

目 次

| | |
|---------------------|-----|
| 1. はじめに | 849 |
| 2. 試料と方法 | 850 |
| 3. 結果と考察 | 852 |
| 3.1 プロットの調査結果 | 852 |
| 3.2 泳動実験の結果 | 853 |
| 3.3 個体のクラス分け | 856 |
| 3.4 クラス内不一致数 | 856 |
| 4. おわりに | 861 |
| 要 約 | 861 |
| 引用文献 | 861 |
| Summary | 863 |

1. はじめに

北海道において、天然林は重要な施業対象であるといつて過言ではないであろう。

人間が天然林に対して働きかける場合、更新・生育・崩壊が自然条件下でどのように行なわれているのか、また人手を加えたら、それがどのように変化するかをまず知る必要がある。

これまで天然林の動態を探るために、各論的あるいは総論的に、いろいろな方法で時間的空間的構造が研究されてきた(たとえば太田ら 1969²⁰⁾、渋谷 1983³¹⁾、山本 1984³⁴⁾など)。しかしながら、多くは、生態学的視点に立ったものであった。

* 1984年8月31日受理 Received August 31, 1984.

** 北海道大学農学部演習林

** Experiment Forests, Faculty of Agriculture, Hokkaido University.

*** 林業試験場北海道支場

*** Hokkaido Branch, Forestry and Forest Products Research Institute.

近年、天然林の空間的構造を構成個体の内的側面から洗おうという動きが出てきた。SAKAI & MIYAZAKI²⁸⁾によるヒバの家系分析を始めとする遺伝的解析^{3,8,14,21,27)}が、それである。その結果、天然林内の個体間の相互関係がより明白になりつつある。

その背景としては、MIYAZAKI & SAKAI¹⁶⁾が林木育種の分野にアイソザイムの手法を導入したことによって、森林を遺伝的に把握しやすくなったことがあげられよう。

本報においては、このアイソザイムという媒体を通して天然生のトドマツ海岸林の遺伝的組成を明らかにしていきたい。なかでも、時間の推移に伴なって遺伝的組成がどのように変化していくかを捉えることを主目的とする。

なお、本報をとりまとめるにあたり、多くの方々にお世話になった。とりわけプロットの調査や泳動実験については、稚内営林署と北海道林木育種場の関係者の方々の深い御理解と多大なる御尽力がなくしては成し得なかった。ここに改めて深謝の意を表す。また、示唆に富む御助言をいただいた国立遺伝学研究所名誉所員酒井寛一博士に衷心からお礼申し上げる。

本報の一部は、「天然林の遺伝構造の変化を考える」(門松・向出1982⁷⁾)および第94回日本林学会(1983, 盛岡, 口頭発表)において発表した。

2. 試料と方法

本報の調査地は、図-1に示すとおり北海道北部の稚内市郊外にある天然生海岸林(稚内営林署管内85林班)である。ここでは、汀線側にミズナラ(*Quercus mongolica* var. *grosseserrata*)林があり、その背後にトドマツ(*Abies sachalinensis*)林が接している。一般に海岸林では、汀線側の林縁部の樹木は海風の影響を受けて矮生化するが²⁶⁾、本調査地でもミズナラおよびトドマツの一部は風衝形を呈していた。



図-1 調査地の位置

Fig. 1. Location of investigated forest.

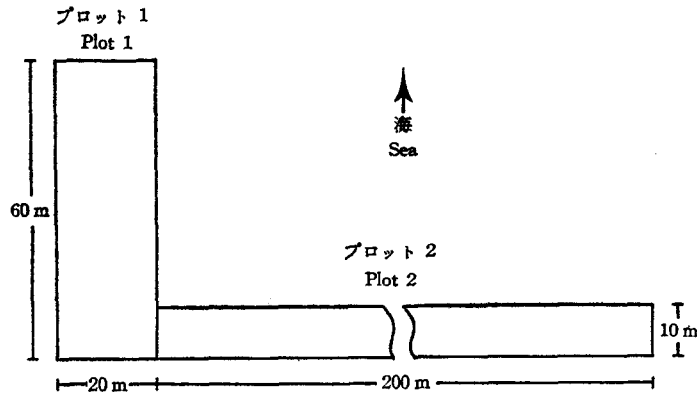


図-2 調査区の略図

Fig. 2. Semischematic representation of two plots.

本報においては、後述するように個体の大きさを樹齢の尺度として用い考察した。そこで、個体の大きさと樹齢が対応しにくい風衝林帯を外して、トドマツの純林の中にプロットを設定した。

プロットは計2箇所あり、プロット1は1971年に汀線と直交するように設けられたが、プロット2はその翌年に汀線とほぼ平行に設定された(図-2)。プロット1は、幅20m、長さ60mの帯状区で、プロット2の方は、幅10m、長さ200mの細長い帯状区となっている。

両プロット内の樹高0.2m以上のトドマツの全個体について、樹高、胸高直径、位置を測定した。さらに、電気泳動実験の試料として個体毎に針葉のついた枝を採取した。試料は、 -5°C で冷凍保存し、電気泳動に順次供した。なお、アイソザイムの出現のしかたが不安定とされている¹⁵⁾当年生の針葉は、試料として用いなかった。

ペルオキシダーゼのアイソザイムを検出するための電気泳動法は、セルローズアセテート膜を担体とする方法²⁾によったが、略述すると以下のとおりである。

針葉500mgにパービタル緩衝液(0.07M, pH 8.6)を3.5ml加えてすりつぶし、3000Gで10分間遠心分離を行なった。分離した上澄み液をセルローズアセテート膜に幅1cm当り $2\mu\text{l}$ 塗布した。これに膜幅1cm当り0.8mAの割合で70分間通電した。染色にはトリスアセテート緩衝液100mlに酢酸ベンジジン100mgと過酸化水素水1mlを加えた溶液を用いた。トリスアセテート緩衝液は、トリス0.01Mを酢酸(0.0525M, pH 4)に溶かしたものである。泳動後のセルローズアセテート膜は、上述の染色液に3分間浸漬し、ペルオキシダーゼが呈色してからよく水洗いした。そして、各分画の濃度と易動度を濃度計(波長 $440\text{m}\mu$)で測定した。

セルローズアセテート電気泳動法の場合、相対易動度を求めて整理するとトドマツのペルオキシダーゼでは正極側に7分画(A~G)が見出される⁴⁾。しかし、分画Gは他の分画に比べて相対易動度がバラツキやすい。本報では、A~Fの6分画を対象にSAKAI & MIYAZAKI²⁸⁾の提唱した個体間の不一致数を算出した。ただし、分画の存否だけでなく濃度の違いも勘案し、

次式のように各分画の濃度の差の合計を不一致数とした。

$$D_{ij} = \sum |B_{ik} - B_{jk}|$$

D_{ij} : i 番目の個体と j 番目の個体との不一致数

B_{ik} : i 番目の個体の k 番目の分画の濃度

論理の出発点は、2 個体 i, j が遺伝的に似通っているときは不一致数が小さくなりやすいというところにある。

そして、樹高あるいは胸高直径に基づいて分けたクラスのクラス内不一致数について検討を加えた。

3. 結果と考察

3.1 プロットの調査結果

トドマツの供試個体の樹高階別本数を表-1にとりまとめて示した。プロット1での最大樹高は15 m、プロット2では20 mが最高であった。供試個体数は、プロット1が574個体で、プロット2の方は564個体、合わせて1138個体であった。樹高2 m未満のものと2 m以上のものがほぼ半数ずつあった。また樹高2 m以上の個体の中では、2 mから8 mまでのものが多かった。胸高直径階別本数は表-2に表す。最大直径は、プロット1が49 cm、プロット2で37 cmだった。両プロットとも小径木がたくさんあった。

表-1 各プロットにおけるトドマツの樹高階別本数表
Table 1. Frequency distribution of height of Saghalien fir trees in two plots

| プロット Plot | 樹高 (m) Height | 0.2 | 2.0 | 4.0 | 6.0 | 8.0 | 10.0 | 12.0 | 14.0 | 16.0 | 18.0 | 20.0 | 合計 Total |
|--------------|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|-------------|
| | | 1.9 | 3.9 | 5.9 | 7.9 | 9.9 | 11.9 | 13.9 | 15.9 | 17.9 | 19.9 | 21.9 | |
| 1 | | 251 | 62 | 61 | 61 | 45 | 43 | 37 | 14 | | | | 574 |
| 2 | | 270 | 70 | 81 | 49 | 27 | 24 | 23 | 14 | 4 | 1 | 1 | 564 |
| 合計 Total | | 521 | 132 | 142 | 110 | 72 | 67 | 60 | 28 | 4 | 1 | 1 | 1138 |

表-2 各プロットにおけるトドマツの胸高直径階別本数表
Table 2. Frequency distribution of diameters at breast height of Saghalien fir trees in two plots

| プロット Plot | 胸高直径 (cm) D. B. H. | 5.0 | 10.0 | 15.0 | 20.0 | 25.0 | 30.0 | 35.0 | 40.0 | 45.0 | 合計 Total | |
|--------------|-----------------------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|-------------|------|
| | | 4.9 | 9.9 | 14.9 | 19.9 | 24.9 | 29.9 | 34.9 | 39.9 | 44.9 | | 49.9 |
| 1 | | 317 | 127 | 69 | 36 | 18 | 1 | 3 | 1 | 1 | 574 | |
| 2 | | 331 | 93 | 50 | 37 | 29 | 18 | 4 | 2 | | 564 | |
| 合計 Total | | 648 | 220 | 119 | 73 | 47 | 19 | 7 | 3 | 1 | 1 | 1138 |

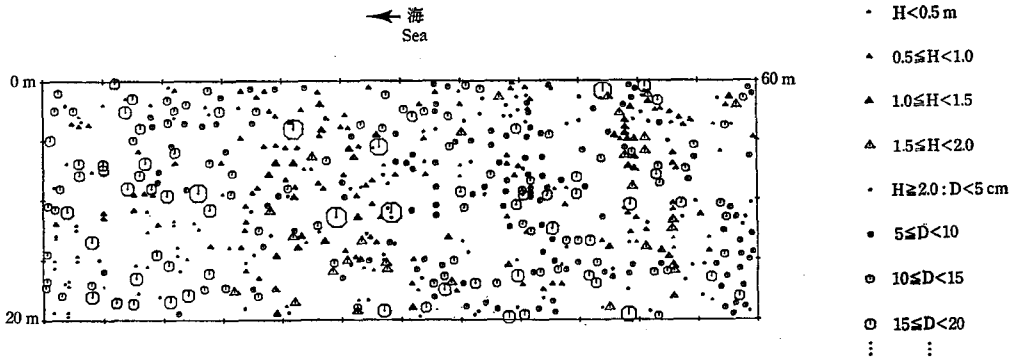


図-3 プロット1におけるトドマツの個体位置図

Fig. 3. Positions of individuals of Saghalien fir in the Plot 1.

H: 樹高 Height, D: 胸高直径 D.B.H.

図-3にプロット1における個体の位置図を, 図-4に基準線からの距離に対する樹高の分布を示す。このプロットの上層木はプロット2より少し低い(表-1), 汀線寄り(基準線からの距離0m付近)と内陸側とで高さに大差なく, 海風による矮生化は認められない。プロット2の各個体の位置図および樹高の分布は図-5, 6に示した。上層木の樹高は, 基準線からの距離100m付近でやや低くなるが, おおむね15m内外となっている。

3.2 泳動実験の結果

泳動実験の一般的結果について述べる。表-3に示したように1個体当りの分画数は, 両プロットとも3ないし6で, 5つの分画を持つ個体が最も多かった。平均分画数は4.5であった。

各プロットに分画別の濃度については, 表-4に記した。分画AとFはほとんどすべての個体にあるが, 逆に分画Eのある個体は少なく, 分画Dを持つ個体は約半分である。その分画が出現している個体の平均濃度をみると, 分画A, D, Eの値が小さく, 全体の平均では13.0以下であった。これは出現個体の多くに20未満の濃度しかみられなかったためである。6分画中, 平均濃度の高かったものは, 個体による濃度差が最も大きかった

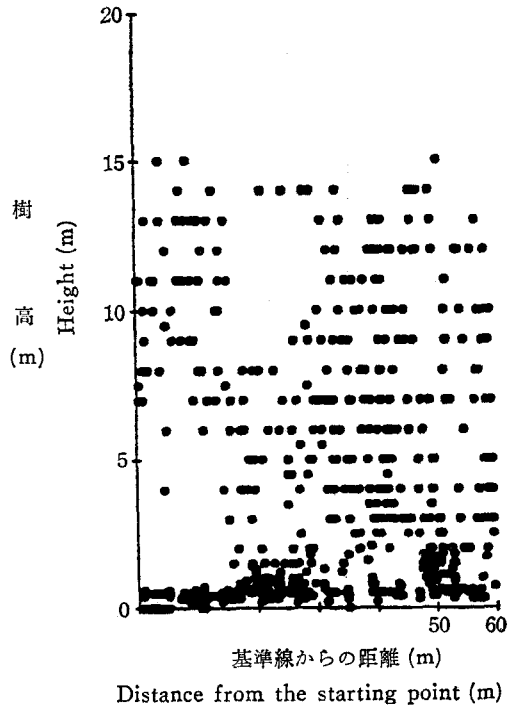


図-4 プロット1の基準線からの距離に対する樹高の分布

Fig. 4. Relationship between height and distance from the starting point in the Plot 1.

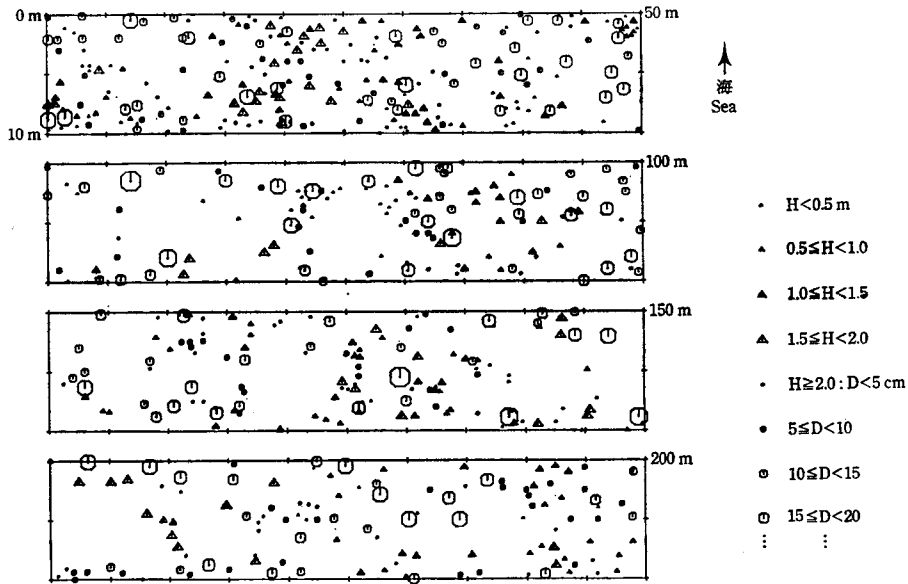


図-5 プロット2におけるトドマツの個体位置図

Fig. 5. Positions of individuals of Saghalien fir in the Plot 2.

図はプロットを四つに区切って示してある。Hは樹高, Dは胸高直径。

The figure is a single plot drawn in four divided sections.

H: Height. D: D.B.H.

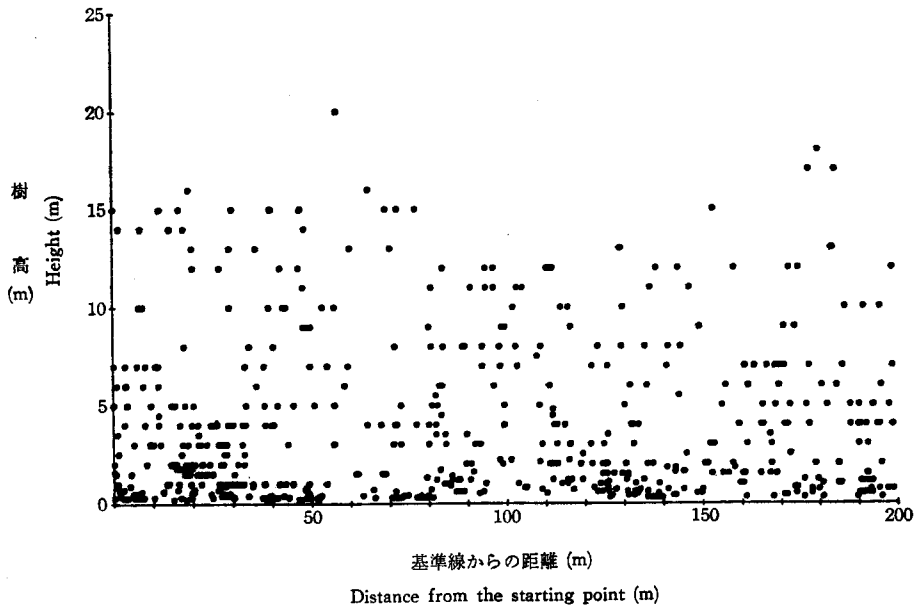


図-6 プロット2の基準線からの距離に対する樹高の分布

Fig. 6. Relationship between height and distance from the starting point in the Plot 2.

表—3 プロット1, 2の1個体当りの分画数の頻度分布 (%)

Table 3. Frequency distribution in percent of number of bands per tree in the Plot 1 and 2

| プロット Plot | 個体数 Number of trees | 1個体当りの分画数 Number of bands per tree | | | | | | | 平均分画数 Mean number of bands |
|--------------|------------------------|---------------------------------------|---|---|---|----|----|---|----------------------------------|
| | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
| 1 | 574 | 0 | 0 | 0 | 6 | 42 | 48 | 4 | 4.5 |
| 2 | 564 | 0 | 0 | 0 | 4 | 41 | 51 | 4 | 4.5 |
| 全体 | 1138 | 0 | 0 | 0 | 5 | 41 | 49 | 4 | 4.5 |
| Total | | | | | | | | | |

表—4 プロット1, 2の分画別の濃度の頻度分布 (%)

Table 4. Frequency distribution in percent of density of each band in the Plot 1 and 2

| 分画 Band | プロット Plot | | 濃 度 Density | | | | | | | | 平均 ^a Mean |
|------------|--------------|----|----------------|----|----|----|----|----|-----|-----|-------------------------|
| | | | 0 | 19 | 39 | 59 | 79 | 99 | 119 | 139 | |
| A | 1 | + | 86 | 12 | 2 | + | + | 0 | 0 | 0 | 12.0 |
| | 2 | 0 | 95 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8.6 |
| | 全体 Total | + | 90 | 9 | 1 | + | + | 0 | 0 | 0 | 10.3 |
| B | 1 | 4 | 42 | 40 | 11 | 3 | + | 0 | 0 | 0 | 24.2 |
| | 2 | 7 | 71 | 20 | 2 | + | 0 | 0 | 0 | 0 | 15.1 |
| | 全体 Total | 5 | 56 | 30 | 7 | 2 | + | 0 | 0 | 0 | 19.7 |
| C | 1 | 9 | 61 | 27 | 3 | + | 0 | 0 | 0 | 0 | 16.5 |
| | 2 | 3 | 62 | 31 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 17.7 |
| | 全体 Total | 6 | 61 | 29 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 17.1 |
| D | 1 | 57 | 40 | 3 | + | + | 0 | 0 | 0 | 0 | 9.0 |
| | 2 | 45 | 50 | 4 | + | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9.1 |
| | 全体 Total | 51 | 45 | 3 | + | + | 0 | 0 | 0 | 0 | 9.0 |
| E | 1 | 80 | 15 | 4 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 13.6 |
| | 2 | 90 | 10 | + | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10.4 |
| | 全体 Total | 85 | 12 | 2 | + | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12.5 |
| F | 1 | 0 | 24 | 30 | 25 | 12 | 5 | 2 | 1 | + | 40.8 |
| | 2 | 0 | 28 | 44 | 20 | 5 | 2 | + | 0 | 0 | 31.1 |
| | 全体 Total | 0 | 26 | 37 | 23 | 9 | 3 | 1 | + | + | 36.0 |

a 各分画の出現個体の中での平均

Mean of individuals that the band occurred.

プロット1, 2および全体の個体数はそれぞれ574, 564, 1138である。

Number of samples was 574 for the Plot 1, 564 for the Plot 2, and 1138 for the total.

分画Fで、プロット1で40.8、プロット2で31.1であった。濃度は、分画Fを除き100を越えなかった。また、プロット2の方がプロット1よりも全般的に各分画の濃度が高めであった。

3.3 個体のクラス分け

本報では冒頭に述べたとおりトドマツ林の時間的構造を明らかにするのが目的であるが、樹齢の測定は行なわれなかった。そこで、個体の大きさと樹齢とに正の高い相関があることを前提にして、供試個体を個体の大きさに基づき9つのクラスに分けた。クラス分けにあたっては、クラス数をなるべく多くするとともに、ひとつのクラス内の個体数が極端に少なくならないように考慮した。クラスは、大別して樹高2m未満のグループとそれ以上のグループに分けられる。前者は、さらに樹高について0.5m毎に分けた4クラスから成っている。後者に関しては、胸高直径20cm未満の個体を5cm刻みに4つに分割し、残りの胸高直径20cm以上の個体は1クラスにまとめた。各クラスの個体数を表-5に示す。個体数は最小25個体、最大127個体である。

表-5 大きさによって分けた各クラスの個体数
Table 5. Number of trees of each class classified according to size

| プロット Plot | クラス Class | | | | | | | | | 合計 Total |
|--------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---|------------|-------------|-------------|------|-------------|
| | H<0.5 | 0.5≤H <1.0 | 1.0≤H <1.5 | 1.5≤H <2.0 | H ^a ≥2.0 m D ^b <5 cm | 5≤D <10 | 10≤D <15 | 15≤D <20 | D≥20 | |
| 1 | 83 | 104 | 36 | 28 | 66 | 127 | 69 | 36 | 25 | 574 |
| 2 | 87 | 72 | 64 | 47 | 61 | 93 | 50 | 37 | 53 | 564 |

a 樹高 Height.

b 胸高直径 D.B.H.

今後問題とするクラス内不一致数では、統計的意味での標本数はクラス内の個体の組合せ数に等しい。最少の25個体についてクラス内不一致数を求める場合でも、組合せ数は300となり、標本数は少なくないと思われる。

3.4 クラス内不一致数

次に、クラス内の不一致数の計算結果を示し、考察を加える。

図-7にプロット1のクラス内不一致数の頻度分布のグラフを、表-6にその組合せ数や平均などのデータを示した。組合せ数は300から8001と差がある。ここで各クラスの頻度分布を比較検討すると、ひとつの傾向が見出される。すなわち、不一致数の大きいところ(200前後)の頻度は個体の大きさと無関係に増減しているけれども、分布のモードは個体の大きさの増加につれて不一致数の大きい方へずれていっている。特に、不一致数0~19の頻度の変化は顕著で、始め10%だったものが、樹高2m以上胸高直径15cm以上のクラスになると1%以下に減ってしまった。

不一致数の平均についてみると、全体の平均は70.87であった。そして、樹高1.0m以上

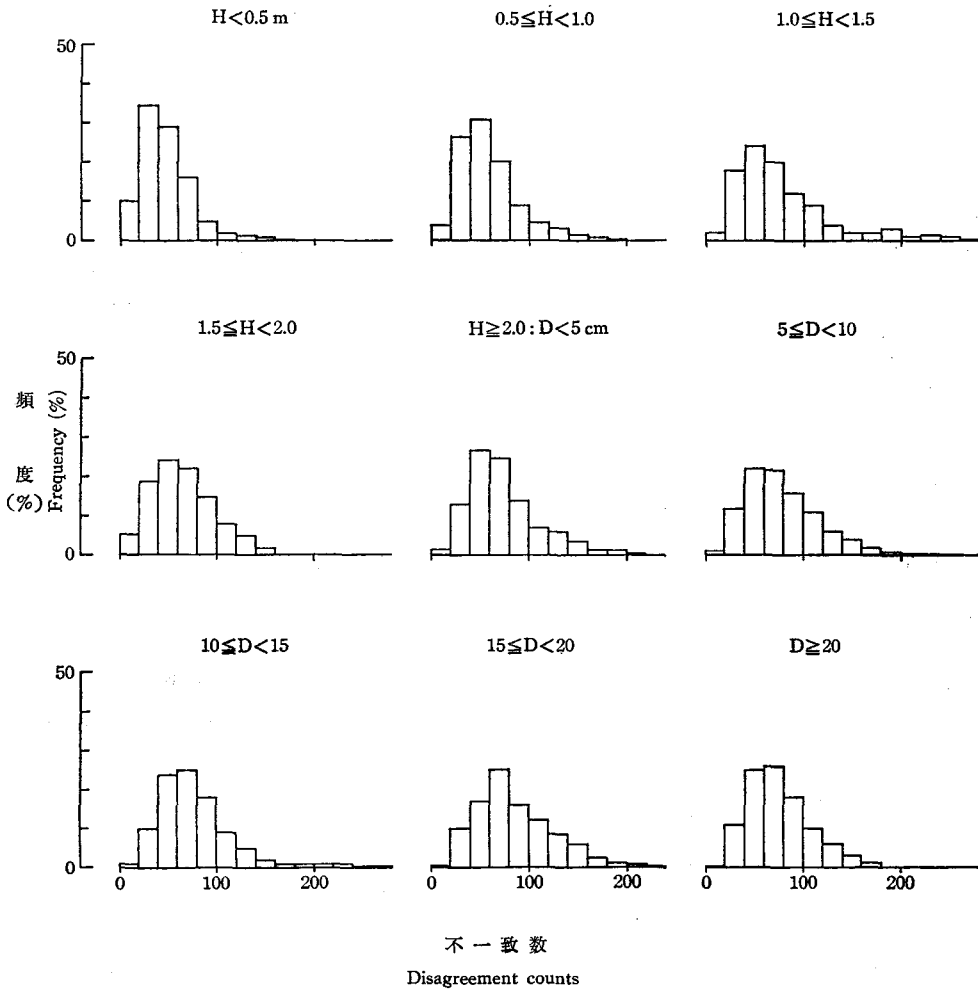


図-7 プロット1におけるクラス内不一致数の頻度分布
 Fig. 7. Frequency distributions of disagreement counts within class in the Plot 1.

1.5 m 未満のクラスの平均が若干大きいことと樹高 2 m 以上胸高直径 20 cm 以上のクラスのそれが少し小さいことを除けば、平均は個体の大きさにつれて増大している。不一致数 0~39 の頻度の方は、図-7 のグラフからも分かるように個体が大きくなると減っていく。

プロット 2 のクラス内不一致数の頻度分布については、図-8 に示した。樹高 0.5 m 未満のクラスを一応除いて 8 クラスの頻度分布を比較すると、個体の大きさの小さいクラスで不一致数の少ない組合せが多く、だんだん大きさが増すにつれて不一致数の大きい個体が増えていく傾向がここでも認められた。

この傾向は、不一致数 0~39 の頻度をみても明らかで、樹高 2 m 以上、胸高直径 10 cm 以上 15 cm 未満のクラスでやや値が増加するけれども、全体として減少している (表-7)。一方、

表-6 プロット1におけるアイソザイムのクラス内不一致数に関するデータ

Table 6. Data on disagreement counts of isozymes within class in the Plot 1

| クラス Class | H<0.5 | 0.5≤H<1.0 | 1.0≤H<1.5 | 1.5≤H<2.0 | H ^a ≥2.0 m D ^b <5 cm | 5≤D<10 | 10≤D<15 | 15≤D<20 | D≥20 | 平均 Mean |
|---|-------|-----------|-----------|-----------|---|--------|---------|---------|------|------------|
| 組合せ数 Combinations | 3403 | 5356 | 630 | 378 | 2145 | 8001 | 2346 | 630 | 300 | 2576.6 |
| 不一致数 Disagreement counts | | | | | | | | | | |
| 平均 Mean | 48.1 | 57.3 | 78.3 | 63.6 | 73.5 | 79.5 | 79.1 | 84.0 | 74.4 | 70.87 |
| 標準偏差 Standard deviation | 27.8 | 29.7 | 49.9 | 31.1 | 36.9 | 40.6 | 41.6 | 38.7 | 31.4 | 36.41 |
| 不一致数0~39の 頻度 (%) Frequency of disagreement counts less than 40 | 44.6 | 30.8 | 20.2 | 24.3 | 14.8 | 13.5 | 11.3 | 10.6 | 11.0 | 20.12 |

a 樹高 Height.

b 胸高直径 Breast height diameter.

各クラスの個体数については表-5を参照。

Number of each class was described in Table 5.

不一致数の平均については、若干の乱れがあるが、45.8から62.9までの漸増がみられた。なお、プロット2の不一致数の平均はプロット1より全般的に小さく、全体の平均は53.78であった。また、組合せ数は666から4278の幅の中にあつた。

ところで、樹高0.5 m未満のクラスは、むしろ樹高2 mぐらいの大きさの個体群と不一致数のデータが似ており、頻度分布にも胸高直径20 cm以上のクラスと同じぐらいの正の歪みがあつた。しかし、分布のモードは不一致数20~39という他のクラスより小さいところにあつた。

このように両プロットにおいて、個体の大きさの増大に伴い不一致数が増加するという現象がみられた。個体の大きさを樹齢に置き換え各クラスを一連の時系列モデルとして考えるならば、トドマツ天然林では樹齢が増えるにつれて個体同士の似通い度が減少していくと思われる。言い換えるならば、若齢の時は遺伝的に近い個体が多いが、老齢になると多様性が增大すると考えられよう。

集団の遺伝的組成が年齢につれて変化する例は、他にもいくつか挙げられる。KOEHN *et al.*¹⁰⁾は、イガイの一種 (*Modiolus demissus*) のテトラゾリウム・オキシダーゼを澱粉ゲル電気泳動法で分析した結果、最小の個体では異型接合体は少ないけれども、加齢すると異型接合体が増えることを報告している。別のイガイでも個体の大きさに伴う異型接合性の変化が報告されている⁹⁾。また、SCHAAL & LEVIN²⁹⁾は、キク科の多年性植物 (*Liatris cylindracea*) の球茎に毎年着色細胞の輪が形成されることを利用し、アイソザイムの異型接合性と年齢との関係を調べた。それによると、やはり年齢とともに平均異型接合性が増加した。さらにこの報告では、異型接合体の方が繁殖力、寿命、発育速度の点で相対的に有利であつたと述べている。

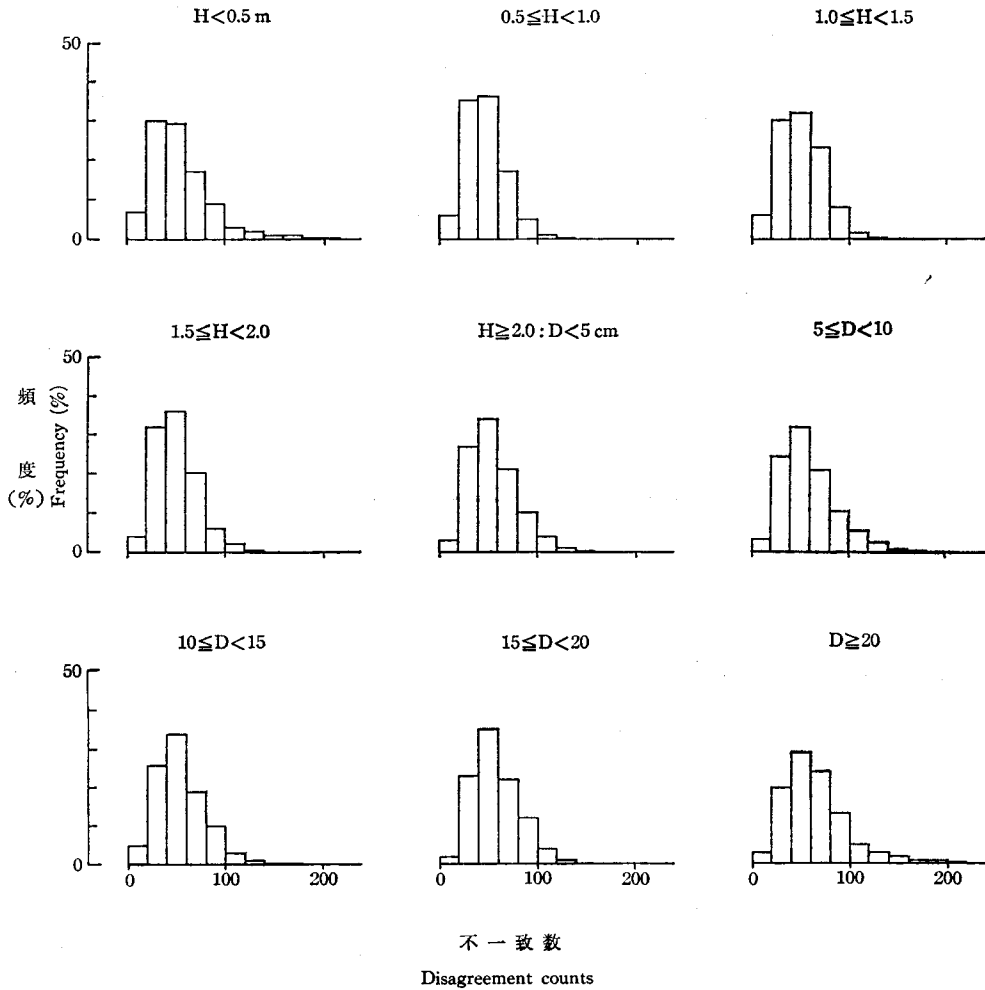


図-8 プロット2におけるクラス内不一致数の頻度分布
 Fig. 8. Frequency distributions of disagreement counts within class in the Plot 2.

林木の場合も、同じような例がある。ユーカリ (*Eucalyptus pauciflora*) でいくつかの酵素を電気泳動し、各遺伝子座の異型接合性を推定したところ、標高の低いところにある林分の成木に種子あるいは稚樹よりも過剰な異型接合性が認められたという報告²⁴⁾がある。LEDIG¹¹⁾は、リギダ松 (*Pinus rigida*) について年輪解析と電気泳動を行なった。その結果、異型接合性が高いほど年平均成長量が多かったとしながら、年平均成長率と異型接合性の関係は調査林分中最も古い林分では正に、若い林分では負の関係にあったと述べている。さらに、いくつかの林分では樹齢が高まるにつれ両者の回帰係数は大きくなった。織田²²⁾によるエゾマツ (*Picea jezoensis*) の分析では、上層木で認められた家系が後継世代においてくずれており、時間的変化に伴う遺伝的組成の推移がみられた。

表-7. プロット2におけるアイソザイムのクラス内不一致数に関するデータ

Table 7. Data on disagreement counts of isozymes within class in the Plot 2

| クラス Class | H<0.5 | 0.5≤H<1.0 | 1.0≤H<1.5 | 1.5≤H<2.0 | H*≥2.0 m D ^b <5 cm | 5≤D<10 | 10≤D<15 | 15≤D<20 | D≥20 | 平均 Mean |
|---|-------|-----------|-----------|-----------|----------------------------------|--------|---------|---------|------|------------|
| 組合せ数 Combinations | 3741 | 2556 | 2016 | 1081 | 1830 | 4278 | 1225 | 666 | 1378 | 2085.7 |
| 不一致数 Disagreement counts | | | | | | | | | | |
| 平均 Mean | 54.0 | 45.8 | 49.9 | 49.1 | 54.6 | 57.4 | 53.8 | 56.5 | 62.9 | 53.78 |
| 標準偏差 Standard deviation | 30.6 | 19.3 | 21.4 | 20.7 | 23.3 | 27.1 | 25.3 | 23.5 | 31.3 | 24.72 |
| 不一致数0~39の 頻度 (%) Frequency of disagreement counts less than 40 | 37.2 | 41.3 | 36.2 | 36.2 | 29.5 | 28.1 | 31.3 | 25.2 | 23.3 | 32.03 |

a 樹高 Height.

b 胸高直径 D.B.H.

各クラスの個体数については表-5を参照。

Number of each class was described in Table 5.

なお、アイソザイムの異型接合体の有利性については ALLARD *et al.*¹⁾も肯定的な報告をしているが、アイソザイムは選択に対して中立であると考えるのが一般的であろう^{17,19)}。

アイソザイムそのものに対する選択の問題は別にして、同型接合体が淘汰され異型接合体が高まる機作として近交弱勢があげられよう。近交もしくは自殖個体の適応性の劣化は数多く報告されている。SCHOEN²⁰⁾はハナシノブ科の一年生植物 (*Gilia achilleifolia*) で、純再生産率が自殖世代の方が低く相対的に適応度が低下したと報告した。アメリカニレ (*Ulmus americana*) では、自殖が着果率、発芽率、苗高に影響を及ぼした¹²⁾。針葉樹の場合も、種子の形質や稚樹の生長に自殖の悪影響が現れる^{13,18,23,25,32,33)}。トドマツについては、畠山・石倉⁶⁾が報告している。それによると、自家受粉家系は種子の発芽率が劣り、育苗期間中の枯死率および形態異常苗の出現率は他家受粉や自然受粉の家系に比べて高かった。生長においても、自家受粉家系が最も劣っていた。さらに各生育段階における3家系の比較から、自然受粉家系に含まれる自殖苗は時間の経過とともに消失していくと推測している。

自殖または近親交配は、前述のように幼齢時代に影響を及ぼすばかりではなく、植栽後14年、場合によっては樹齢61年の個体の樹高ないし直径生長にも大きな影響を与える^{5,13)}。

以上の例から、トドマツ天然生海岸林においても、活力の弱い近交個体にいろいろな生育段階で淘汰が加わることは想像に難くない。一方、近交個体は、有害遺伝子の他に、確率的にアイソザイムを含むあらゆる遺伝子座で高い同型接合体を示しやすいと考えられる。そこで、近交個体が枯死するのにつれて林分内のアイソザイムの似通い度が失われていくと推測される。その結果、加齢にもなう不一致数の増大がみられたのであろう。

4. おわりに

本来、このような研究ではアイソザイムの遺伝様式を解明する必要があるが、本報においては、遺伝率のかなり高い形質であるアイソザイムの個々の分画型をそのまま扱った。不一致数の計算で各分画の濃度を同等に処理したが、それが適当であったかどうかは定かではない。

しかし、家系の分布、花粉の飛散距離、自殖率などに関する諸知見からある程度予測していた⁷⁾ 遺伝的組成の推移を、トドマツ天然生海岸林で明らかにすることができた。

今後は樹種あるいは林分を変えて、上述の遺伝的組成の推移が普遍的なものであるかどうか調べていきたい。

天然林の遺伝的組成に関する研究は緒についたばかりであるが、将来選木など天然林施業技術の一礎石となるような成果を上げられればと思っている。

要 約

本研究では、トドマツ天然生海岸林の遺伝的組成の時間的推移を明らかにしようと試みた。道北のトドマツ林にプロットをふたつ設定し、両プロットそれぞれ約 600 個体について試料として針葉を採取するとともに樹高、胸高直径を測定した。これらの試料をセルローズアセテート電気泳動法で分析し、各個体のペルオキシダーゼの分画型を調べた。次に供試個体を個体の大きさに基づいて 9 クラスに分けた。ひとつのクラスに属する個体同士を比べ、不一致数を算出した。なお、不一致数は分画の存否ばかりでなく濃度も勘案して求めた。各クラスの不一致数の頻度分布や平均を比較した結果、個体の大きさの小さいクラスほど不一致数の小さいものが多い傾向が認められた。個体の大きさが樹齢を反映することを前提として、この結果から次のような推察を行なった。すなわち、稚樹段階では個体間の遺伝的な似通い度が高いけれども、個体が生育するにつれて遺伝的な類似性が失われると推定した。そして、その原因として近交弱勢による近縁個体の消失が考えられた。

引用文献

- 1) ALLARD, R., KAHLER, A. & WEIR, B.: The effect of selection on esterase allozymes in a barley population. *Genetics* 72: 489-503, 1972.
- 2) 電気泳動学会編: 電気泳動実験法, 443 pp. 文光堂, 東京, 1967.
- 3) 栄花 茂: 岩手県早池峯山におけるヒバ天然林の遺伝的構造. 87 回日林論: 177-178, 1976.
- 4) 栄花 茂・中戸川仁・向出弘正: 酵素多型の相対易動度と泳動図の定量について. 林木の育種, 109: 12-16, 1978.
- 5) ERIKSSON, G., SCHELANDER, B. & AKEBRAND, V.: Inbreeding depression in an old experimental plantation of *Picea abies*. *Hereditas* 73: 185-194, 1973.
- 6) 畠山末吉・石倉信介: トドマツの交配様式と自殖. 天然林の生態遺伝と管理技術の研究, 283-305, 北方林業会, 札幌, 1983.
- 7) 門松昌彦・向出弘正: 天然林の遺伝構造の変化を考える. 北方林業, 34(11): 298-301, 1982.

- 8) KANAZAWA, Y.: Some analyses of the reproduction process of a *Quercus crispula* BLUME population in Nikko. II. Analyses of spatical distribution of individuals based on differences in tree size and peroxidase isoenzyme bands. Jap. J. Ecol. **32**: 463-471, 1982.
- 9) KOEHN, R., MILKMAN, R. & MITTON, J.: Population genetics of marine pelecypods. IV. Selection, migration and genetic differentiation in the blue mussel *Mytilus edulis*. Evolution **30**: 2-32, 1976.
- 10) KOEHN, R., TURANO, F. & MITTON, J.: Population genetics of marine pelecypods. II. Genetic differences in microhabitats of *Modiolus demissus*. Evolution **27**: 100-105, 1973.
- 11) LEDIG, T.: The relation of growth to heterozygosity in pitch pine. Evolution **37**(6): 1227-1238, 1983.
- 12) LESTER, D.: Self-compatibility and inbreeding depression in American elm. For. Sci. **17**(3): 321-322, 1971.
- 13) LIBBY, W., McCUTCHAN, B. & MILLAR, C.: Inbreeding depression in selfs of redwood. Silvae Genetica **30**(1): 15-25, 1981.
- 14) 松浦 堯: トドマツ天然林の家系分析. 天然林の生態遺伝と管理技術の研究, 265-281, 北方林業会, 札幌, 1983.
- 15) 松浦 堯・真鍋忠久・田中京子: トドマツ針葉の採取部位と時期によるアイソザイムパターンの変動. 北方林業, **23**(1): 28-31, 1971.
- 16) MIYAZAKI, Y. & SAKAI, K.: Use of zymography for identification of a clone in *Cryptomeria japonica* D. DON. J. Jap. For. Soc. **51**(9): 235-239, 1969.
- 17) 向井輝美: 集団遺伝学. 274 pp. 講談社, 東京, 1978.
- 18) 野口常介・渡辺 操: アカマツ精英樹クローンでの自家受粉によるタネのでき方. 日林誌, **54**(10): 356-359, 1972.
- 19) 大島長造編集: 遺伝学実験講座7. 集団・行動遺伝学研究法. 396 pp. 共立出版, 東京, 1983.
- 20) 太田嘉四夫・五十嵐恒夫・藤原昶一郎: 北海道の森林における主要樹木の時間的, 空間的分布. その1. トドマツ天然林(予報). 日林北支講, **18**: 45-48, 1969.
- 21) 織田春紀・中戸川仁: エゾマツ天然林の家系分布. 日林北支講, **31**: 197-199, 1982.
- 22) 織田春紀・中戸川仁: エゾマツ天然林の家系分布 (II). —遺伝構造の変化—. 94 回日林論: 291-292, 1983.
- 23) PARK, Y. & FOWLER, D.: Effects of inbreeding and genetic variances in a natural population of tamarack (*Larix laricina* (DU ROI) K. KOCH) in eastern Canada. Silvae Genetica **31**(1): 21-26, 1982.
- 24) PHILLIPS, M. & BROWN, A.: Mating system and hybridity in *Eucalyptus pauciflora*. Aust. J. Biol. Sci. **30**: 337-344, 1977.
- 25) REHFELDT, G.: The genetic structure of a population of Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii* var. *glauca*) as reflected by its wind-pollinated progenies. Silvae Genetica **27**(2): 49-52, 1978.
- 26) 斎藤新一郎・伊藤重右衛門: 宗谷地方における防災林造成法の研究. 北林試報, **9**: 1-32, 1971.
- 27) 酒井寛一: 天然林に生態遺伝学をたずねる. —樹種の繁殖動態の研究— 種生物学研究, VIII.: 21-34, 1984.
- 28) SAKAI, K. & MIYAZAKI, Y.: Genetic studies in natural populations of forest trees. II. Family analysis: a new method for quantitative genetic studies. Silvae Genetica **21**(5): 149-154, 1972.
- 29) SCHAAL, B. & LEVIN, D.: The demographic genetics of *Liatris cylindracea* MICHX. (Compositae). Amer. Natur. **110**: 191-206, 1976.
- 30) SCHOEN, D.: Relative fitnesses of selfed and outcrossed progeny in *Gilia achilleifolia* (Polemoniaceae). Evolution **37**(2): 292-301, 1983.
- 31) 渋谷正人: トドマツ天然林の個体分布様式と維持機構について. 北大農研究生論文(未発表), 1983.
- 32) SORENSEN, F., FRANKLIN, J. & WOOLLAND, R.: Self-pollination effects on seed and seedling

traits in noble fir. For. Sci. 22(2): 155-159, 1976.

- 33) SORENSEN, F. & MILES, R.: Self-pollination effects on Douglas-fir and ponderosa pine seeds and seedlings. *Silvae Genetica* 23 (5): 135-138, 1974.
- 34) 山本進一: 森林の更新, —そのパターンとプロセス—. 遺伝, 38(4): 43-50, 1984.

Summary

The present study enquires into the temporal change in genetic composition of a natural littoral forest predominated by Saghalien fir (*Abies sachalinensis*). Two plots were set in a forest of the fir in northern part of Hokkaido. Needle-leaves were collected from about six hundred trees in each plot for electrophoretic investigation. The heights and D. B. H. of the trees were also measured. By the technique of cellulose acetate electrophoresis, the band patterns of peroxidase were examined for each individual. The trees investigated were classified by their size into nine classes. The band patterns of individuals within a same tree-size class were compared with one another and the disagreement counts based on presence vs. absence of bands and their densities, too, were obtained. The frequency distributions and the average values of the disagreement counts in each tree-size class were compared with each other,, from which a tendency that classes of smaller sizes to have smaller values of disagreement counts was noticed. On an assumption that tree sizes speak for tree ages, it has been interpreted as follows; i. e., in the sapling phase, the genetic similarity measured by the disagreement counts in isoperoxidase between individuals is relatively high, but as trees grow older, the genetic similarity tends to decrease among them. This may have most probably been caused by temporal elimination of genetically resembled individuals due to inbreeding depression.