

# ブナ林の現存量と気候環境

荒木 眞之\*・内田 煌二\*

Relationships between standing crop of some beech  
(*Fagus crenata* Blume) stands and the climatic environment.

Masayuki ARAKI\* and Kohji UCHIDA\*

## 目 次

I. はじめに	91	IV. 現存量・生産量の推定	100
II. 調査林分	92	1. 方 法	100
1. 調査林分の概況	92	2. 結果及び考察	101
2. 胸高直径・樹高	92	1) 現 存 量	101
III. 調査林分の気候環境の推定	94	2) 生 産 量	102
1. 気温環境と温量示数	94	V. ま と め	104
2. 調査期間中の気温	95	引用文献	104
3. ハイサーグラフ	96	Summary	106
4. 最深積雪深観測	100		

## I. はじめに

ブナ林は更新が比較的困難であるという特性をもつため、これまでその困難性を解決し、更新技術確立の立場から多くの研究がされてきた<sup>1,2,3,4)</sup>。一方、その分布の多くが列島背稜部の水源山地にあることから、水源涵養機能に関する研究<sup>5,6,7)</sup>も多い。最近では、資源量の急激な減少に伴い残存林分の維持・保全の要望が高まっている。

現在、農林学系育林学研究室では、遺伝子資源保全の基礎資料整備の観点から、東北日本ブナ林における遺伝的変異の解明を目的とした集団遺伝学的研究が行われつつある。本研究はその一環として、アイソザイム分析の対象とした各集団の育成環境と成長特性を把握するため、各集団が属する林分において林分調査・現存量調査・気温推定・積雪深調査などを行った。そして、成長特性解

\* 筑波大学農林学系 Institute of Agriculture and Forestry, University of Tsukuba

析及び気候的解析を行った結果、各集団の成育立地の記載を行うと共に、現存量と暖かさの示数との対応関係を明らかにし、さらに太平洋側気候の分布範囲を考察したものである。なお、本研究の大部分は平成元～3年度科学研究費、総合Aによった。

## II. 調査林分

### 1. 調査林分の概況

各調査林分（以下、林分と略）はアイソザイム分析に必要な要件から選定された。その位置は、表-1のように緯度で約6°の範囲にはほぼ等しい間隔をもって散在しており、背稜山脈の西側に位置するため、どの林分もいわゆる日本海型ブナ林である。なお、葛根田は背稜山脈の東側であるものの、背稜山脈に近いこと、山脈の高度もこの地方では低いため、日本海型ブナ林となっている。各林分の概況は表-2の通り、ブナ林では通常のことであるが、比較的低密度で直径が太い個体からなる林分といえよう。但し、調査区選定位置の関係で例外的な数値を示す林分もある。

### 2. 胸高直径・樹高

各林分における樹高と直径の関係を調べた。その1例として、飯豊の樹高曲線を図-1に示す。他の林分においても、この林分と同様に樹高曲線の頭打ち現象は生じていない。この林分から直線

表-1 調査林分の位置

林分名	営林署	林班	標高(m)	方位	傾斜(°)	北緯	東経
狩場	黒松内	392	620	SW	6.7	42°36'	139°58'
櫛石	鱒ヶ沢	63	470	W	5.4	40°33'	140°07'
二つ森	二つ井	19	930	S	24.0	40°26'	140°07'
葛根田	雫石	171	900	NW	33.7	39°51'	140°51'
飯豊	小国	125	530	NW	21.8	37°55'	139°41'
苗場	六日町	21	1300	E	18.7	36°53'	138°44'

表-2 林分の概況

調査区	平均直径	平均樹高	本数密度	混交率	混交樹種
狩場	40.1	18.6	243	0	—
櫛石	39.4	24.3	458	11	ダケカンバ
二つ森	33.3	11.3	645	7	ダケカンバ
葛根田	27.6	14.5	626	19	ダケカンバ
飯豊	46.0	18.9	177	9	イタヤ, ホウ
苗場	23.5	12.7	595	11	ダケカンバ

但し、直径はcm、樹高はm、密度は本/ha、混交率は本数%。

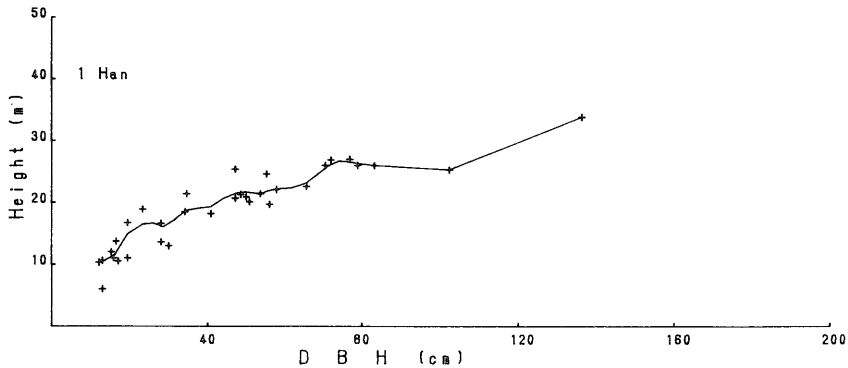


図-1 樹高曲線（飯豊林分の例）

距離で150 m離れた日本重化学長者ヶ原発電所ダム取水口で観測された年降水量は、1965年から1976年までの12年間平均値で4,097 mm<sup>8)</sup>と極めて多く、大部分が降雪に由来している。土壌型はBdであるがA層が欠除した受蝕型である。飯豊の樹高曲線を他林分の曲線と比較した場合、苗場及び狩場の曲線とは近似性が高くほぼ重なる。しかし、櫛石及び二つ森の2曲線とは同一の傾向を示すものの、上下に分離している。すなわち、飯豊・苗場・狩場の3林分では例えば40 cmの直径の個体は平均的に約20 mの樹高を示すが、櫛石ではそれより高い約26 mの樹高を示し、二つ森ではより低い約12 mの樹高を示す。そして、他の直径階でも樹高値こそ異なるものの、ほぼ同様な変化を示す。一方、葛根田においては他林分の曲線と傾向が異なり、初期成長は急速であるが胸高直径25 cm程度から樹高の頭打ちが始まるようである。

このように、同一直径でありながら林分によって樹高が異なる現象が見出された場合、他樹種では最初に地位差を検討するのが通例であるが、ブナにおいては別の興味深い現象がある。すなわち、角張ら<sup>9)</sup>は苗場山周辺で行った標高を異にする多数のブナ林の調査から、高海拔地ほど同じ直径に対して樹高が低くなることを見出している。そこで、この場合にも同一現象が見出されるかを検討した。まず、各林分間の距離が遠いので、その補正のため6林分の中で最も南に位置する苗場を基準にし、他の林分が苗場と同じ緯度にあったとした場合に示す標高値を求めた。すなわち、緯度が増加する際に起こる気温の低下を、標高が増加する際に起こる気温の低下に換算した。この際、各月の気温遞減率と緯度に対する気温減率<sup>10)</sup>の6～10月間の平均値を成育期間を代表する値として用いた。その結果、樹高が高い順に林分を並べると、櫛石(927 m):苗場(1300 m):狩場(1333 m):{飯豊(660 m)}:二つ森(1372 m)、という序列が求められた。(但し、当然ながら苗場の標高値が実測値で他林分の値は換算値である。)ここで、苗場と狩場がほぼ同じ値となったこと、逆に飯豊の換算標高が予想された値よりも600 m以上低いこと、櫛石-苗場間の標高差と比較すると苗場-二つ森間の標高差が僅少であることが目立つ。飯豊に関しては、上記のように化学性が劣悪な土壌であることによって、本来的な樹高に到達出来ないためと解釈できよう。二つ森に関しても、本来は標高から見て苗場・狩場グループとほぼ同等であるべき樹高が、立地の劣悪性によって低く

なっていると考えられた。

### Ⅲ. 調査林分の気候環境の推定

#### 1. 気温環境と温量示数

まず、気象庁の方法<sup>10)</sup>を用いて、各調査林分（ここでは各地点と略す）における月平均気温平年値の基準値を計算した。通常は、基準値を偏差図によって修正して、月平均気温平年値とする。しかし、ここではさらに精密な、実測値から当該地域の偏差値を求めて修正するという以下の方法によった。このため、地点ごとに地点と気温特性が最も近似した区内観測所（観測所）を選定した。その方法は、まず地点を原点とし緯度・経度線に平行なX-Y軸を設定して、各象限における地点に最寄の観測所をそれぞれ選定した。したがって、4つの観測所が得られた。選定結果のうち、葛根田の場合を図-2に例示する。この場合、最寄の観測所である松尾は大深山～八幡平と続く標高1400m級の郡界をなす山脈を北側に越した山裾にある。任意地点の気温には、常に標準状態の下で推定された値（基準値）との偏りがあるため、気象庁の方法においては基準値を偏差図によって修正している。偏差の出現原因は、地点の風に対する開放度など多数あり、例えば半島では海の影響によって偏差が冬期には温暖方向に、夏期には冷涼方向に生ずることなどは良く知られている。葛根田の場合は、地点周辺の山脈の走行状態や主風の風向などから、地点と同一の気温特性を示す観測所として最寄観測所の松尾を選定することは不都合で、距離はさらに6km遠くなるものの地

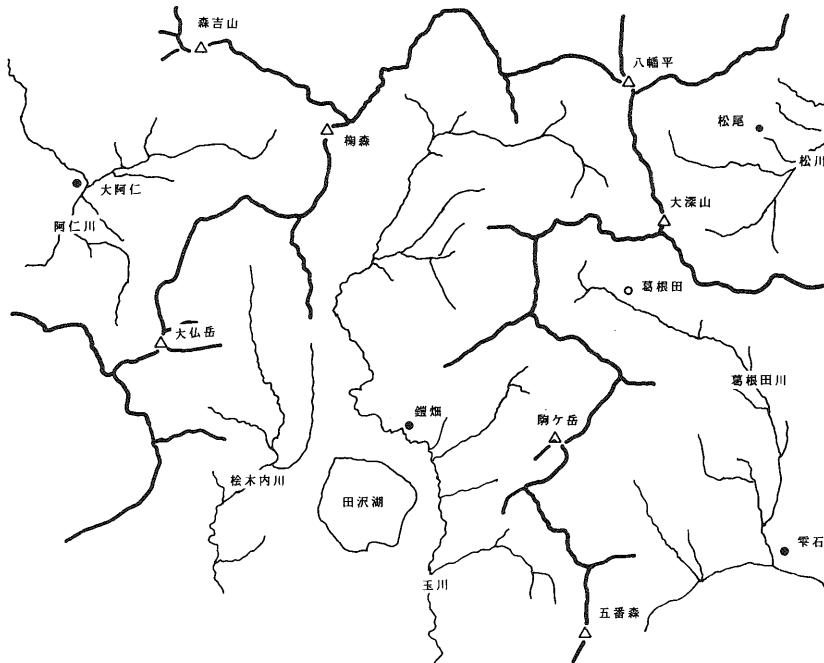


図-2 偏差値推定の基準となる観測所の選定（葛根田林分の例）

点と同じ水系にある雫石を選定すべきと判断された。なお他の2観測所も、葛根田とは異なって大きな谷底にあり、しかも谷の走向が不一致のため選定すべきではない。すなわち、通常行われているように距離だけの基準によって、最寄の観測所を地点を代表する観測所として選定することは不合理である。したがって、各地点とも象限毎に4つの観測所を選定し、地形条件等を比較した上で1観測所に絞ったのである。選定された観測所を表-3に示す。

次に、選定された観測所における基準値を計算し、各観測所の実測値に基づいた平年値と基準値との偏差を毎月求めた。そして、これを当該地域における地形的偏差値として、地点について計算した基準値に加えて月平均気温推定値とした。この操作により、気温を修飾する地形の影響を地点と観測所とで相互にほぼ等しくすることが出来る。推定した月平均気温平年値から、暖かさの示数・寒さの示数を求め表-4に示した。

## 2. 調査期間中の気温

次に、以下で述べる気温観測値の比較素材とするため、調査期間中の気温条件を調べた。狩場・櫛石・二つ森の3地点（林分）ともに、表-3に示した区内観測所は、区内観測所からアメダス観測所へ編成替えが行われた際に廃止されたので、調査期間中の値は得られない。そこで、編成替え

表-3 偏差値推定の基準とした観測所

地点名	観測所名	緯度	経度	距離	方位
狩場	島牧	42.7	140.1	14	37
櫛石	東目屋	40.6	140.3	17	78
二つ森	峰浜	40.3	140.1	17	186
葛根田	雫石	39.7	141.0	19	149
飯豊	小国	38.1	139.7	19	13
苗場	湯沢	36.9	138.8	7	39

但し、緯度・経度は度、距離は地点-観測所間の直線距離をkm、方位は北を0度とする全周方位角で現す。

表-4 各地点の気候的環境

	暖かさの示数	寒さの示数	最深積雪深	積雪移動量
狩場	49.4	-40.6	264	57
櫛石	64.3	-33.4	193	98
二つ森	46.9	-43.8	210	35
葛根田	51.2	-47.3	145	120
飯豊	74.1	-24.2	256	0
苗場	55.2	-40.7	285	—

但し、温量示数は℃月、積雪深・移動量はcm単位。

の際に場所を移動しなかった観測所の中で地点に最寄のアメダス観測所、狩場では黒松内・櫛石では弘前・二つ森では鷹巣の各観測所における、各月の月平均気温平年値と調査期間中の月平均気温との差を求め、調査期間中の気温偏差とした。この偏差値は、黒松内の場合は年間 $+2.1\sim-1.1^{\circ}\text{C}$ の間を変化し、平均 $+0.35^{\circ}\text{C}$ （弘前では $+3.8\sim-0.9$ ・平均 $+0.90^{\circ}\text{C}$ 、鷹巣では $+2.9\sim-1.1$ ・平均 $+0.43^{\circ}\text{C}$ ）であったので、この期間はほぼ平年並の気温で推移したと言える。この偏差値を前項で述べた地形的偏差値と共に基準値に加えることによって、2地点における調査期間中の月平均気温を推定した。

### 3. ハイサーグラフ

ここでは、簡便なハイサーグラフ法によって各地点の気候特性を把握し比較した。但し、任意地点の月降水量の推定は不可能なので気温の偏差値推定の基準とした観測所（表-3）における気温と降水量とを用いた。すなわち、例えば狩場と云っても正しくは北東に約14 km 離れた島牧観測所におけるグラフである。

苗場及び飯豊の傾向は図-3・4の通り相互にかなり良く似ており、高田・長岡・十日町といった典型的豪雪地帯と共通の傾向が現れている。すなわち、寒候期とりわけ最寒月を中心に降水（雪）量が激増していること、年間最少の降水量は4～5月に出現することが特長である。この、最寒月附近で最多降水量が出現するという日本海側豪雪地帯の特徴は大まかに新潟～飯豊までの範囲に現れる。秋田に至ると暖候期の傾向は新潟と似通っているものの、最寒月附近に最少降水量が出現する。この点は太平洋地帯の傾向と同じである。秋田とほぼ同じ緯度で、背稜山地を太平洋側に僅かに越した位置に所在する葛根田の傾向を見ると、図-5の通り最暖月附近に最多降水量が出現し、逆に最寒月附近に最少降水量が出現している。この点は秋田と同じで、かつ太平洋側地帯と同じである。しかし、葛根田の傾向が秋田と異なる点は、暖候期から寒候期に向う折れ線と寒候期から暖候期に向う折れ線とが相互に交差していることであり、日本海側地帯にこの傾向は出現しない。すなわち、この傾向は盛岡の傾向と良く近似しており宮古・福島など太平洋側地帯の傾向とも似ている。葛根田が盛岡と特に似ていることは、両地域が共に福井<sup>11)</sup>の東北地方内陸部に区分されることから当然のことと云えよう。しかも、葛根田には最多雨量の出現月が、関東地方では9月ないし8月である<sup>12)</sup>のに対し、7月であるという東北地方の特長が出ている。このように、葛根田は気候条件が太平洋側地帯と同一であるにも拘らず、随伴するササがチシマザザであること、イヌブナを混生しないことから日本海型のブナ林と言える。

二つ森は、図-6の通り最多雨量の出現月及びグラフの全体的パターンから秋田に近似した、すなわち太平洋側地帯の傾向を含んだ気候条件と言える。しかし、秋田・青森の県境を東西に走る白神山地を北に越した櫛石では傾向が一変する。すなわち、図-7の通り夏期に降水量がやや多くて秋に少なく、そして最寒月附近に急増するという日本海側豪雪地帯の傾向とほぼ同様である。この傾向は、最寒月附近の急増こそ目立たないものの、図-8のように北海道の狩場においても見られる。このことは、上記の福井の区分においても裏書きされている。すなわち、渡島半島の桧山・渡

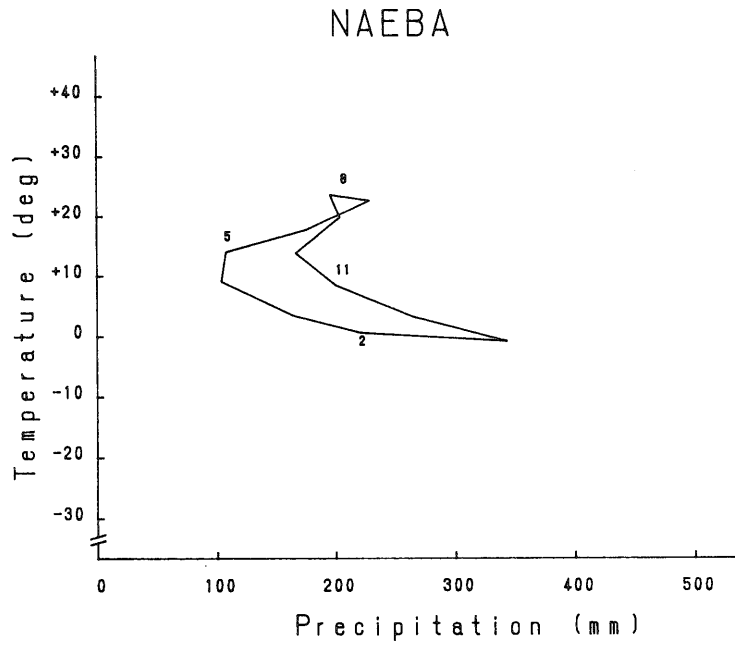


図-3 ハイサーグラフ（苗場林分）

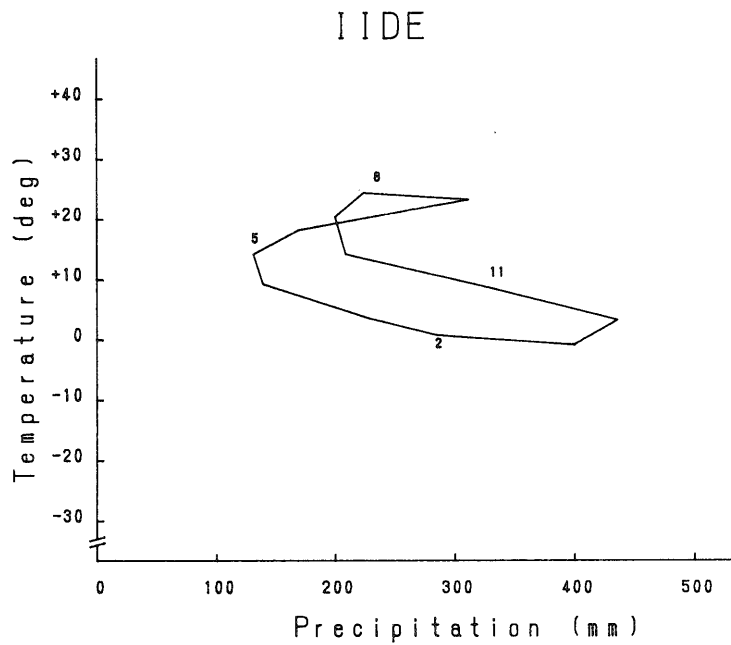


図-4 ハイサーグラフ（飯豊林分）

### KAKONNDA

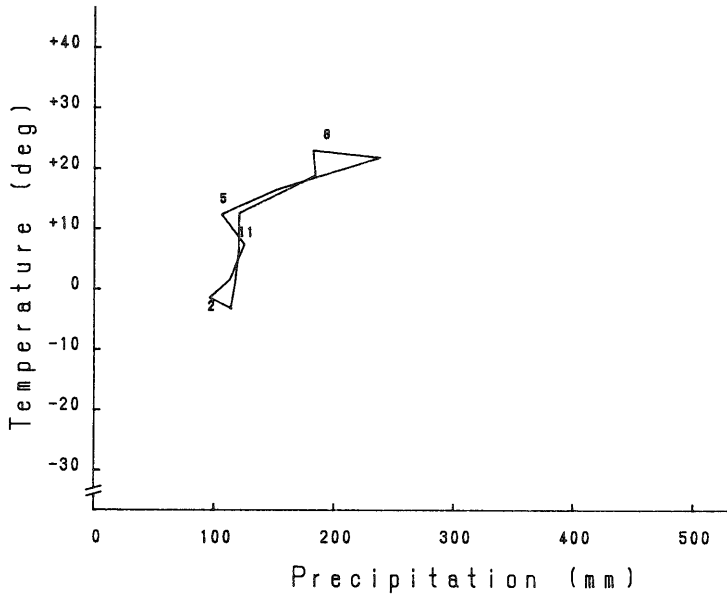


図-5 ハイサーグラフ (葛根田林分)

### FUTATUMORI-S

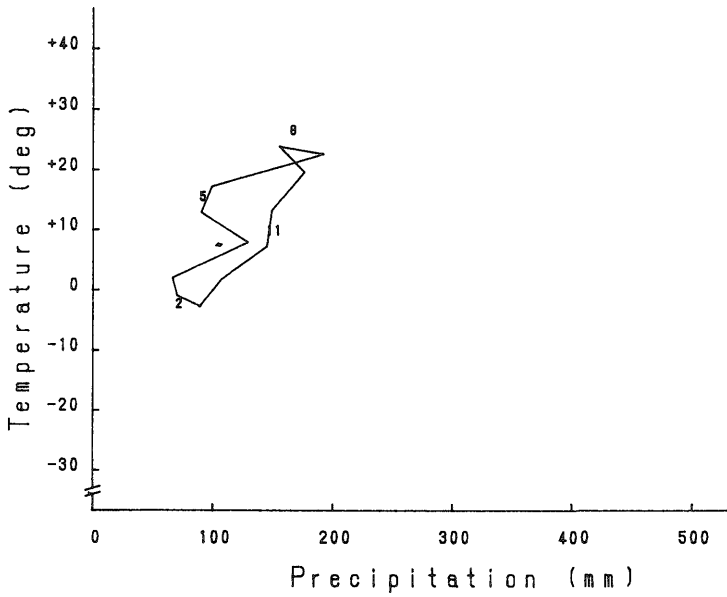


図-6 ハイサーグラフ (二つ森林分)



### KUSHIISHI

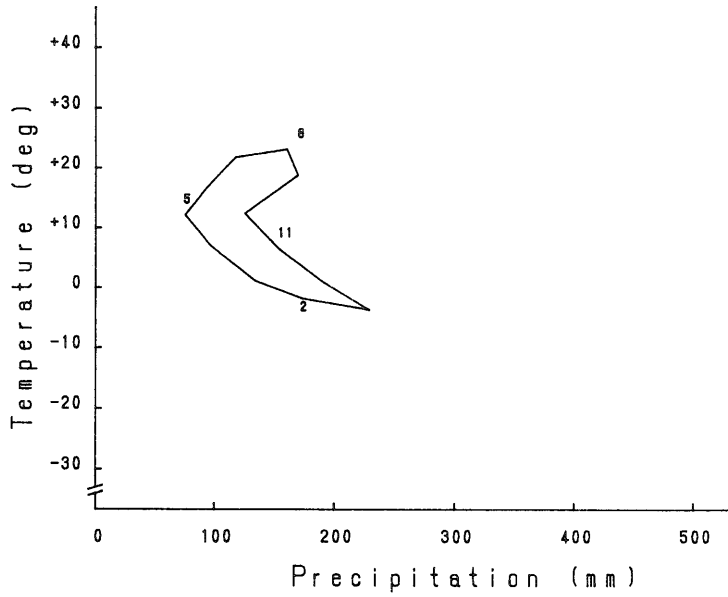


図-7 ハイサーグラフ（櫛石林分）

### KARIBA

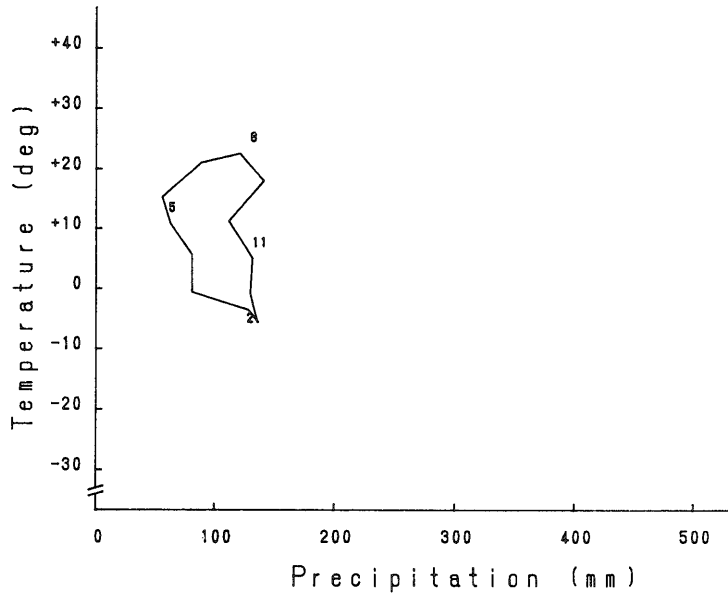


図-8 ハイサーグラフ（狩場林分）

島の両地方を一括して北海道南西部としており、さらに津軽・弘前両地方を一括して東北地方北部として白神山地以南の東北地方と区分している。そして、津軽海峡には北海道南西部と東北地方北部とを区分する境界は引いていない。すなわち、島嶼を異にしているのでそれぞれに名称があるが気候的には近似しているのである。

#### 4. 最深積雪深観測

山地・山岳地における積雪に関する実測資料は極めて少ないので、各林分に最深積雪深計<sup>13)</sup>と積雪移動量測定杭<sup>14)</sup>を設置し、最深積雪深と積雪層の移動量を測定した。狩場・櫛石・二つ森の3林分においては、平成元年9月に積雪深計などを設置し平成2年9月に回収した。苗場調査林分は平成2年7月に設置し平成3年7月に回収し、残りの2調査林分は平成2年9月に設置し平成3年10月に回収した。積雪深計と移動杭の設置数はそれぞれ1ないし2で、多い場合に3本であった。しかも、年次方向の測定繰返しは無いので、極めて限定的な参考値に過ぎないが、測定結果を表-4に併記した。これを日本気候図<sup>15)</sup>中の年最深積雪深と比較すると、狩場は100-200 cmとなっているので過浅に、そして櫛石は200-400 cmとなっているので過深に考えられているきらいがある。なお、二つ森と葛根田は100-200 cmのランクに、飯豊と苗場は200-400 cmのランクに区別されているので問題は無いと考えられる。

## IV. 現存量・生産量の推定

### 1. 方 法

清水<sup>16)</sup>による相対成長式の紹介らしい、現在では森林の現存量推定は相対成長式<sup>17)</sup>によって行われている。標準木法など他の方法は、特殊な森林以外では誤差が多く使用し難い<sup>18)</sup>からである。ここでは、現在ブナ林における伐倒調査が極めて行い難い現状にあること、成長式の係数は各論文に記載されていることから、既存論文の中から成長式を選定して使用することとした。ブナを対象とした相対成長式のあてはめは、林試(現森林総合研究所)によって林分の蒸散量推定を目的として行われた例<sup>5)</sup>が最も古い。これは目的に応じて葉量のみを調査である。その後、各地で各条件下における調査並びに式の算出<sup>19, 20, 21, 22)</sup>が行われた。只木ら<sup>17)</sup>は、例が少ないブナ人工林の調査を行い成長式を計算し、この林分は下層植生が殆ど無く個体密度が極めて高いことによって落葉広葉樹林中で最大の林分葉量を保有していると述べている。

丸山<sup>23)</sup>は、標高を異にする多数のブナ天然林に見られる生産量の相違を、光合成速度・群落光合成・生産量などの面から解析し、その発生原因の大部分は霧による成長期間の差にあることを明らかにした。その過程で、既存資料を用いて8つのブナ林を比較検討した結果、独立変数には個体サイズを表わす各種の尺度が使用可能であるものの胸高直径の2乗と樹高の積である $D^2H$ が最適であること、標高差は式の係数に変化をもたらさないことなどを明らかにした。但し、 $D$ を独立変数にとった葉量の場合は例外で、係数が標高により異なることを見出している。その理由であって、

かつ独立変量に  $D^2H$  が最適である理由は、標高が異ると同じ胸高直径でも樹高が異なるからである。すなわち、 $D^2H$  を独立変量にとった場合は、葉量においても標高による係数変化が消去されるからである。そして、丸山は各種のデータを集成して表-5に示すような係数を与えている。なお、上記の只木が求めた成長式の係数値のうち傾きは、表-5の傾きとはほぼ同じであるが、高密度人口林のため切片は異なっている。以上のことから、ここでは表-5の丸山が集成した係数を用いることとした。

## 2. 結果及び考察

### 1) 現存量

各林分において、胸高直径と樹高の毎木調査を、狩場・櫛石・二つ森は1989年9月、苗場は1990年7月に、葛根田・飯豊は同年9月に行った。そして、前述したような樹高曲線を描き、それから各個体の樹高を読取った。この値を用いて  $D^2H$  を計算し、各相対成長式に代入して乾重を推定し積算した。まず葉量についてみると、表-6の通り櫛石の7.1 ton/ha 以外は3.4~4.4 ton/ha となっており只木の集成<sup>17)</sup>と比較すると中庸な値と言える。しかし、櫛石の値は集成中の最大値にほぼ等しいほど大きい。この原因は、この林分は6林分中で平均樹高が最も高く、直径に関する変動係数が最も小さいことで判るように直径が特に揃って太いため、本数密度は低いにも拘らず蓄積が際立って多いことによる。

全重・幹・枝の現存量は概ね、櫛石・飯豊・葛根田・二つ森・狩場・苗場の順に多い。図-9は各林分について推定した暖かさの示数と、全重現存量の関係であるが、只木のブナ人工林のデー

表-5 相対成長式の係数

	幹重	枝重	葉重	根重	全重	材積
傾き	0.8940	1.0172	0.7564	0.6693	0.9169	0.9122
切片	-1.2479	-2.2686	-2.3251	-0.9829	-1.2236	-1.0990

但し、 $D^2H$  の単位は  $\text{cm}^2 \cdot \text{m}$ 、部分重は kg、材積は  $\text{dm}^3$ 。

表-6 現存量

調査区	全重	幹重	枝重	葉重	根重	材積
狩場	249.2	183.2	67.9	3.4	28.9	315.3
櫛石	514.7	378.9	139.3	7.1	60.6	651.4
二つ森	276.1	207.2	68.8	4.4	40.6	350.8
葛根田	286.1	214.1	72.0	4.4	40.4	363.3
飯豊	288.6	207.9	86.2	3.4	27.6	363.6
苗場	239.6	178.4	61.7	3.6	32.4	303.9

但し、全重~根重の単位は ton/ha で、材積は  $\text{m}^3/\text{ha}$ 。

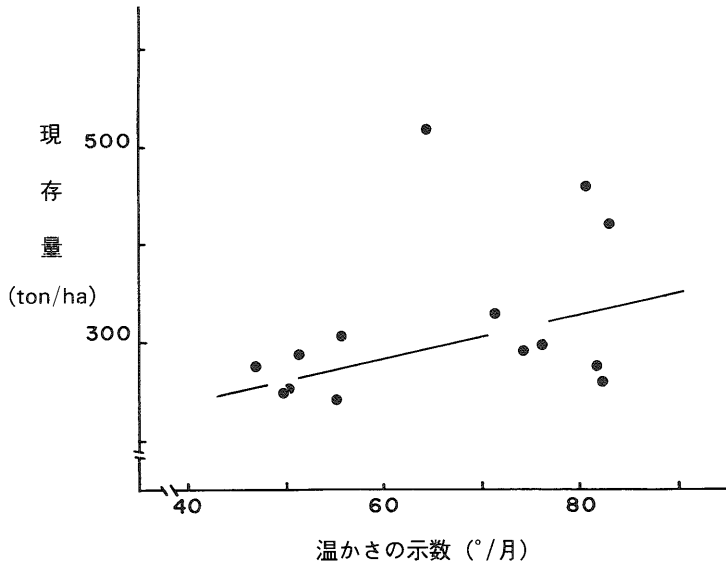


図-9 暖かさの示数と現存量

タ<sup>17)</sup>及び角張の標高別ブナ林のデータ<sup>9,22)</sup>を併記した。但し、角張らのデータは地上部現存量であったので、只木の測定例から計算して地下部重は地上部合計重の1/4とみて推定・加算し全重とした。現存量が際立って多い櫛石の点は飛離れるが、総じて直線性は良いようである。図には原データ群に有意水準2.5%による異常観測値の棄却を行った後の回帰直線を記入しておいた。仮に各林分の林冠閉鎖が完全で、現存量の経年的増加が無い状態に達しておれば、一定値に達した現存量は成長反応を規定する暖かさの示数に比例することなどが推論出来る。しかしながら、閉鎖問題が明確ではないので図を示すに止めておく。

## 2) 生産量

各林分においては、上記の期日に現存量推定を行った他にそれぞれ約1年間を経過した後の、狩場・櫛石・二つ森においては1990年9月に、苗場では1990年7月に、他の2調査林分では同年10月に同一の方法で現存量推定を行った。そして、幹・枝・根の1年間の現存量増分に期後における葉の現存量を加えて、純生産量を求め表-7にまとめた。但し成長期間内の落葉量と被食量は無視した。現存量と生産量( $\Delta w$ )間の関係を図-10に示す。この図からは傾向が判然としないので、既存のスギ人工林のデータ<sup>24,25,26,27,28,29)</sup>から作成した現存量と生産量間の関係(図-11)を見る。すなわち、データ群の上限を結んだ関係曲線及び下限を結んだ曲線は共に放物線状の傾向を示している。したがって、林齢が若いうちは現存量の増大は林分構造(葉層構造)の進展をもたらし、ひいては生産量の増加をもたらすが、現存量が一定限度を越えると林分構造が完成し生産量の経年的な増加が減少し、生産量が一定になることを意味している。そして、現存量がさらに増加すると図-11には表れていないものの、関係曲線は下降し全体的にオプティマムカーブとなると考えられる。特

表-7 純生産量

調査区	Δ幹重	Δ枝重	Δ根重	葉現存量	純生産量
狩場	0.741	0.319	0.084	3.467	4.611
櫛石	2.251	0.928	0.275	7.120	10.574
二つ森	2.132	0.718	0.381	4.417	7.648
葛根田	4.165	1.644	0.553	4.498	10.860
飯豊	3.100	1.264	0.388	3.497	8.249
苗場	4.098	1.699	0.510	3.652	9.959

単位 ton/ha。

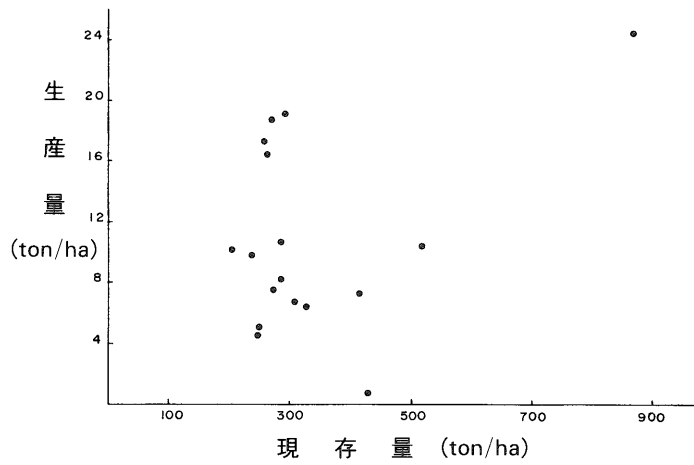


図-10 現存量と生産量

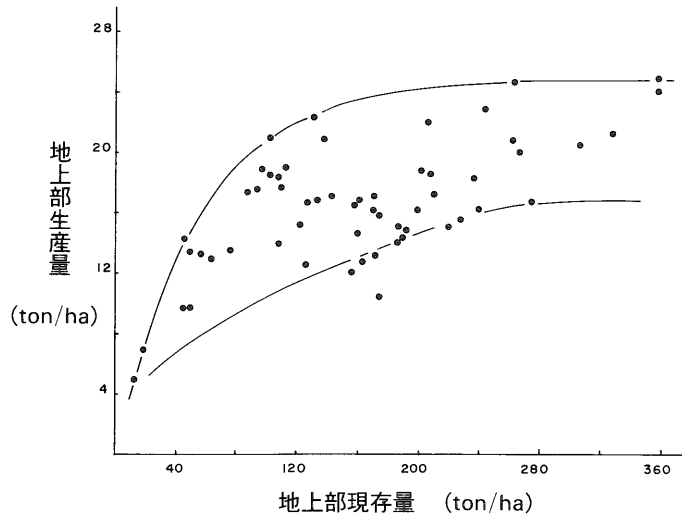


図-11 現存量と生産量（スギの場合）

に一斉林において現存量が増加すると光合成産物の大部分が呼吸によって消費される、いわゆる過熟林となり生産量が減少するからである。図-10の場合は、現存量がかなり多いこと、調査期間の前後で直径と樹高の成長が極めて少ないこと、幹・枝・根の成長量が極めて少ないことから、図中の関係曲線は減少傾向を見せることが期待されたが、現存量500 ton/ha以上の部分におけるデータ不足及び特異データの存在によって、傾向が判然としないものと考えられた。

## V. ま と め

ブナが冷温帯において広大な分布面積を占める樹種であるにも拘らず、本研究の調査地はアイソザイム分析の対象となった集団が存在する林分に取りざざるを得なかった。したがって、この研究はブナ林の普遍的性質の解明などは目的にせず、各集団の成育立地の記載に重点を置くものである。しかしながら、付随的成果として太平洋側から東北地方内陸部を通して秋田に達する類似気候の存在可能性を見出した。但し、これは従来の気候区分<sup>30,31)</sup>においても示唆されているものである。

## 引 用 文 献

- 1) 片岡寛純：ブナ林の保続. 135pp, 農林出版, 東京, 1982
- 2) 前田禎三：ブナの更新特性と天然更新技術に関する研究. 宇大農学術報告特輯 46 : 1-79, 1988
- 3) 長野営林局：ブナ林の天然更新を主体とする施業法 (天然更新技術Ⅱ). 長野営林局資料, 144 pp, 1975
- 4) 長野営林局：ブナ林の天然更新を主体とする施業法 {増補版} (天然更新技術Ⅲ). 長野営林局資料, 154pp, 1989
- 5) 森沢万佐男・平 和敬：林木及び林分の蒸散量 (第2報) 群馬県地方のブナ林の葉量について. 林試研報 95 : 121-127, 1957
- 6) 竹内信次：ブナ天然林内の落葉・地被物の保持水量. 日林誌 60 : 113-115, 1975
- 7) 村井 宏・片岡健次郎：ブナ天然林の水保全機能について. 水利科学 123 : 24-34, 1967
- 8) 丸山幸平：飯豊山ヌクミ平林道法面の植生の発達について (I). 新大演報 12 : 43-63, 1979
- 9) 角張嘉考：林齢の異なるブナ林の現存量・生産力の変化について. 日林関東支論 27 : 1-2, 1975
- 10) 気象庁：任意地点の月平均気温 (累年平均値) の推定法. 気象庁技術報告 2 : 1-33, 1960
- 11) 福井英一郎：アジアにおけるソーンズウエイトの新気候区分. 東京教育大学地理学研究報告Ⅱ : 47-64, 1958
- 12) 荒木眞之・内田煌二・黒田吉雄・大庭喜八郎：カラマツ林の現存量・生産量調査法. 筑大演報 7 : 185-209, 1991
- 13) 高橋喜平：最深積雪指示計について. 雪氷 30 : 111-114, 1968

- 14) 渡辺成雄・大関義男・佐伯正夫：積雪移動量の1測定方法．雪氷 38：196-197, 1976
- 15) 気象庁：日本気候図 第2集．90pp, 地人書館, 1972
- 16) 清水三雄：相対成長．287pp, 協同医書, 東京, 1959
- 17) 只木良也・蜂屋欣二・栩秋一延：森林の生産構造に関する研究（XV）－ブナ人工林の一次生産－．日林誌 51：331-339, 1969
- 18) 荒木眞之：奥秩父山地及び周辺地域の気候特性と区分．森林立地 33：25-35, 1991
- 19) 生島 功：丹沢山塊の植物相と植物群落－木本性群落の生産構造－．丹沢大山学術調査報告書, 106-125, 神奈川県, 1964
- 20) 湯浅保雄・四手井綱英：芦生ブナ林の生産構造とその生産力について．日林講 76：153-155, 1965
- 21) 萩野和彦・四手井綱英：芦生ブナ林の現存量・生産量．JPTF研究班中間報告 41：12-20, 1967
- 22) 角張嘉考・丸山幸平・山田昌一：ブナ林の生態学的研究－21ブナ天然林の海拔高にもとづく現存量, 生産量の比較（中間報告）－．新潟農林研究 23：43-56, 1970
- 23) Maruyama, K.: Effect of altitude on dry matter production of primeval Japanese beech forest communities in Naeba Mountains. Memoirs of the Fac, of Agri, Niigata Univ, 9：85-171, 1971
- 24) 只木良也・尾方信夫・長友安男・吉岡 清・宮川良幸：森林の生産構造に関する研究（VI）－足場丸太生産スギ林の生産力について－．日林誌 46：246-253, 1964
- 25) 只木良也・川崎良賢：森林の生産構造に関する研究（K）－高立木密度の幼齢スギ林の生産力－．日林誌 48：55-61, 1966
- 26) 只木良也・尾方信夫・長友安男：森林の生産構造に関する研究（XI）－サンスギと実生スギの28年生造林地の物質生産力－．林試研報 199：47-65, 1967
- 27) 岩切靖次・四手井綱英：スギ林（ヤブクグリ）の生産力について．日林大講演集 76：157-160, 1965
- 28) 安藤 貴・蜂屋欣二・土井恭次・片岡寛純・加藤善忠・坂口勝美：スギ林の保育形式に関する研究．林試研報 209：1-76, 1968
- 29) 斎藤秀樹・四手井綱英（1973）：スギ幼齢林の一次生産力とその推定法の検討．日林誌 55：52-62, 1973
- 30) 小島忠三郎：森林の雪害と雪の気候．森林立地 7：11-24, 1966
- 31) 小島忠三郎：林業を対象とした東北地方の気候図．林試研報 276：77-102, 1975

## Summary

Isozyme analysis on Japanese beech (*Fagus crenata* blume) stands have been carried out by the laboratory to clarify the degree of genetic diversity among the stands. To this purpose, a collection of winter-bud was done from some beech stands in the wide spread of area covering northern part of Japan. At the same time at the collection, many subjects as standing-crop, production, soil condition and climatic condition of their stands were investigated to clarify the ecological characteristics of each stand.

From the analyses the next two results were obtained, ① there is a close relationships between the standing-crop of the beech stand and warmth index of the site of the stand; ② there is a climatic factor which is similar to that of the Pacific sea side of Japan, the Japan sea side.