

落葉広葉樹 6 種の根元曲がりと 2, 3 の要因との関係

小 谷 二 郎

要旨：石川県の温帯の主要な落葉広葉樹 6 種について、天然林および人工林で根元曲がりを測定した。根元曲がりは、傾幹幅と樹幹傾斜度を測定して表した。傾幹幅・樹幹傾斜度とも、ブナ・ケヤキが小さくミズメ・イタヤカエデは大きく、ミズナラ・トチノキはそれらの中間であった。これらを標高・斜面傾斜度・胸高直径との関係について調べたところ、斜面の傾斜度との関係が最も関係が深く、斜面が急になるほど樹幹の傾きが大きかった。また、胸高直径との間では負の相関関係のものや正の相関関係のものが見られ、樹種により傾向が異なっていた。ほとんどの樹種で標高との関係はあまり明瞭には現れなかったが、ケヤキは高標高域で曲がりが大きくなるようであった。これらのことから、根元曲がりという点に絞って今後の造林を考えると、ブナは標高・斜面傾斜度とも広範囲に適し、ケヤキは低標高地帯の広範囲な斜面に適する。その他の樹種は、ブナ・ケヤキに比べ標高に関係なく根元曲がりが大きいので、緩斜面での導入が考えられる。

I はじめに

石川県山中町は、昔から漆器の木地作りが盛んで現在でも全国に占めるシェアは 8 割以上と言われている。しかしながら、原木は北海道等県外から入手しているのが実情で、県内からの供給はケヤキなど限られた樹種にとどまっている。

木地に使われている樹種は、ケヤキの他ミズメ・イタヤカエデ・トチノキ・ハリギリ等で、これらは石川県の温帯の代表樹種である(石川県 1983)。現に、標高 300~500m の山中町大土の集落裏山や鹿島町の石動山にはブナ・ケヤキを主体とした上記した樹種の群落がほぼ原生状態で残されている。おそらく、山中町では昔からこれらの樹種が豊富に存在したことから、伝統的な漆器産業が発達したものであると思われる。

広葉樹の大径材は全国的にも資源不足から高値を呼んでおり、人工造林が徐々に行われつつある。しかしながら、これらの樹種の多雪地帯での人工造林の成林事例はケヤキが数十例ある他は非常に少なく、ブナ(中沢 1982)・ミズメ(小谷・矢田 1991)などで報告されているに過ぎない。また、多雪地帯の急斜面に位置する落葉広葉樹二次林は根元曲がりが多いのが実情である(小谷 1992)。

広葉樹の根元曲がりに関する研究は、橋詰

(1985)、樋口・小野寺(1993)が生育特性について、紙谷(1984)が階層構造に与える影響について、小谷・矢田(1989)、小谷(1990)が林分構造との関係について報告している。また、ブナのあて材を含む根元曲がり部分の化学成分の分布について報告(YASHIRO *et al.* 1989)されている。しかしながら、広葉樹については根元曲がりが生育立地環境の違いによってどの程度差があるかについてはほとんど調べられていない。

そこで、本研究ではこれらの樹種の好適立地条件を調べる一環として、天然林および人工林の生育環境と根元曲りとの関係を調査したので報告する。

この調査を実施するに当って、当林業試験場森林環境部の松枝 章部長・四手井英一研究主幹・森本 茂育種科長および金沢大学の学生高田兼太氏には多大なるご協力をいただいたので、お礼申し上げます。

なお、この研究の成果は平成 8 年 9 月 25~27 日に石川県で行われた平成 8 年度豪雪地帯林業技術開発協議会において口頭発表したものである。

II 調査地および調査方法

調査地は、白山山麓 6 町村と金沢市・小松市・山中町・鹿島町の計 10 市町村、15 箇所(表-1)

表-1 調査地の概要

市町村	場所	標高	主な樹種	備考
白峰村	小原山	990m	イタヤカエデ、ミズナラ、ミズメ (二次林)	
白峰村	百合谷	850~1010m	トチノキ、ブナ (二次林)	
白峰村	白山チプリ尾根	1100m	ミズナラ、トチノキ、ブナ (原生林)	橋詰 (1985)
白峰村	白山別当出合	1300m	ミズナラ (原生林)	橋詰 (1985)
尾口村	鶴ヶ谷	350~500m	ブナ (原生林)	橋詰 (1985)
鳥越村	仏師ヶ野	350m	ブナ、ミズメ、ケヤキ、トチノキ (原生林)	橋詰 (1985)
吉野谷村	市原	300m	ケヤキ (人工林)	橋詰 (1985)
河内村	内尾	370m	イタヤカエデ、ミズナラ、ミズメ (二次林)	
鶴来町	三宮	200~300m	ミズナラ (二次林)、ケヤキ (人工林)	
金沢市	倉ヶ岳	350~510m	イタヤカエデ、ミズナラ、ミズメ、ブナ (二次林)	
小松市	花立	550m	ミズメ (人工林)	
小松市	新保	650m	ブナ、ミズナラ (二次林)	
山中町	鶴ヶ滝	350m	ケヤキ (人工林)	
山中町	大土	450m	ブナ、イタヤカエデ、ケヤキ、ミズメ、ミズナラ、トチノキ (原生林)	
鹿島町	石動山	470~500m	ブナ、イタヤカエデ、ケヤキ、ミズメ、ミズナラ、トチノキ (原生林)	

で行った。調査プロット数は合計29である。

調査方法は、調査地内に0.1ha程度の調査区域を設定し、傾斜度や各種地形要因をチェックし、各樹種を10~20本程度選択し胸高直径と樹高を測定した後、傾幹幅と樹幹傾斜度を測定した(なお、イタヤカエデ・ミズメ・トチノキなどでは10本以下の場合もある)。傾幹幅は赤白ポールで地上部1.2mの根元曲がり水平長を測り、樹幹傾斜度はクリノメーターを同位置の幹に直接当てて測った(図-1)。今回の調査では、ポールの地際接地部分は根元移動長を含む幹(根)が地面と接した部分とした。

調査樹種は表-1のとおりで、ブナ・ミズナラ・ミズメ・イタヤカエデ・ケヤキ・トチノキの6種

に限った。調査は1995年に行なった。なお、今回の研究では同地域で調査された橋詰(1985)のデータを補完的に使用し検討した(表-1)。

III 結果

1 6樹種の県内分布

石川県樹木分布図集(石川県林業試験場1994)を参考に、石川県における6樹種の主な分布域を表-2に示した。ケヤキ以外の5種は冷温帯が主要な分布域であるので、1,000~1,900mの高標高地帯まで分布がおよんでいるが、ブナ・ミズナラ・イタヤカエデなどは下限地は50mと低い。しかし、主な分布範囲は300m以上で、この辺りが石川県では暖温帯と冷温帯の境目付近である(石川県1983)。ケヤキは、現在のところ標高500mまでしか分布がないとされているが(石川県林業試験場1994)、実際はもう少し高標高地域まで分布していると思われる。下限地は能登の沿岸部で原生状態で分布していることから他の樹種に比べ低かった(石川県1983)。

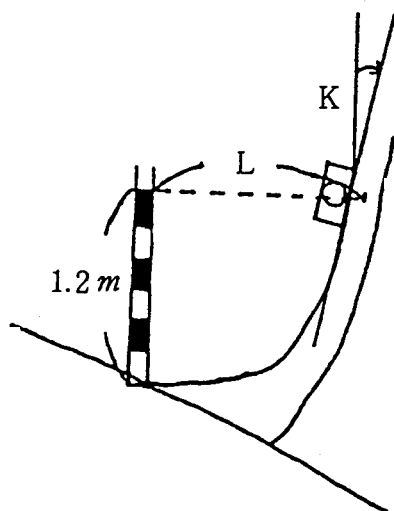


図-1 観測方法

L: 傾幹幅 K: 樹幹傾斜度

表-2 広葉樹6種の標高分布

樹種	標高	分布範囲 (主要分布範囲)
ブナ		50~1,900m (500~1,600m)
ミズナラ		50~1,500m (300~1,200m)
ミズメ		150~1,100m (500~1,100m)
イタヤカエデ		50~1,300m (300~1,100m)
ケヤキ		10~500m (50~300m)
トチノキ		150~1,900m (500~1,500m)

図-2に、調査地の最寄りの気象観測所（石川県1993）の積雪データより標高と最深積雪との関係を示した。標高と積雪深は関係が深く、図の曲線から任意の地点における最深積雪が推定可能

であった。この図から見ると、石川県では標高500mを越えると積雪も250cmに達することから、この地域から豪雪地帯の範囲に属すると考えられる。

表-3 各樹種の平均傾幹幅と平均樹幹傾斜度

樹種	調査林分数	平均傾幹幅(m)	平均樹幹傾斜度(°)
ブナ	14	0.90 (0.39)	6.4 (3.7)
ケヤキ	6	0.95 (0.73)	9.2 (4.9)
ミズナラ	19	1.20 (0.42)	16.9 (8.0)
トチノキ	7	1.41 (0.80)	15.3 (6.4)
イタヤカエデ	14	1.78 (0.56)	21.9 (4.5)
ミズメ	13	1.96 (0.67)	21.9 (6.0)

()内は標準偏差

2 樹種ごとの平均傾幹幅および平均樹幹傾斜度

調査した6樹種の平均傾幹幅および平均樹幹傾斜度を表-3に示す。傾幹幅では、ブナが最も小さく、ついでケヤキ・ミズナラ・トチノキ・イタヤカエデ・ミズメの順であった。樹幹傾斜度においては、ミズナラとトチノキが入れ替わったがほぼ同じ傾向を示した。

3 根元曲がりと標高との関係

図-3に6樹種の標高と平均傾幹幅との関係を示す。この関係で有意な相関が見られたのはブナとケヤキのみであとは無相関であった。

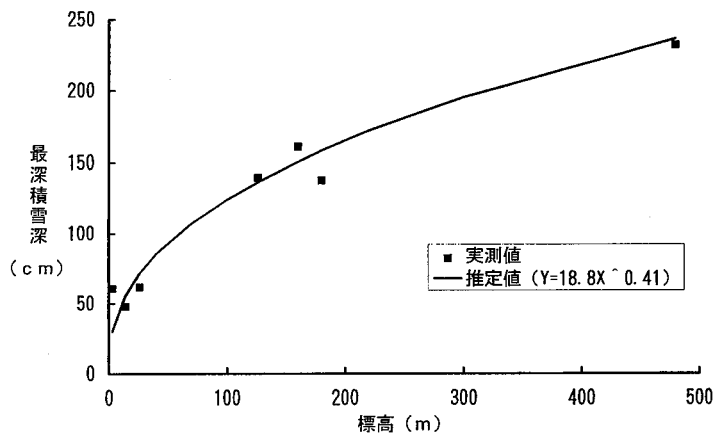


図-2 最寄りの気象観測所における標高と最深積雪深との関係(1961~1990年)
観測所：七尾、金沢、小松、鳥越、山中、白峰、鶴来。なお、鶴来は林業試験場の観測。

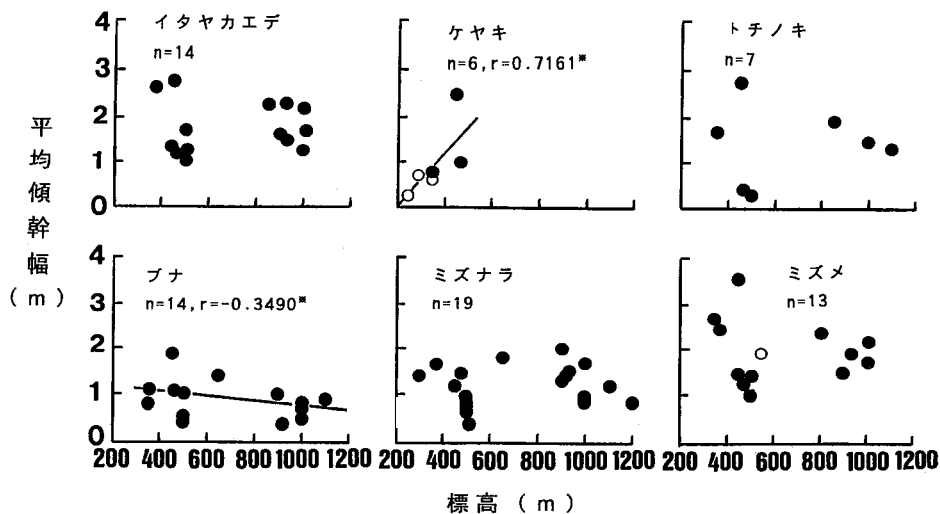


図-3 標高と平均傾幹幅との関係

●：原生林および二次林、○：人工林

ブナは、標高があがると共に傾幹幅が小さくなったが、ケヤキは逆に標高と共に傾幹幅が大きくなった。樹種ごとのばらつきを見ると、ミズメ・イタヤカエデ・トチノキなどは標高400m付近で3mほどの傾幹幅であるものがあつたかと思えば、1m以下のものもありばらつきが大きかった。それに対し、ブナ・ミズナラなどはほぼ2m以下で分布していた。ケヤキ人工林は低標高にあつたためか、傾幹幅は小さかった。ミズメ人工林では、中間的な値であつた。

図-4は、標高と平均樹幹傾斜度との関係を示している。有意な相関が見られたのはブナ・ケヤキ・ミズメであつた。ブナ・ミズメが負の相関であつたのに対し、ケヤキは正の相関であつた。また、ブナがほとんど10°以下でケヤキが20°以下と

ばらつきが小さかつたのに対し、トチノキが5~25°、ミズナラが5~40°とばらつきが大きかつた。イタヤカエデ・ミズメは15~40°の範囲で、他の樹種よりも平均して樹幹の傾きが大きかつた。ケヤキ・ミズメの人工林は傾幹幅との関係と同じであつた。

4 根元曲がりと地形の傾斜度との関係

図-5は、6樹種における斜面傾斜度と平均傾幹幅との関係を示したものである。イタヤカエデ・ケヤキ以外は両者に有意な相関が見られた。また、いづれの樹種とも傾斜が急になるほど傾幹幅は大きくなる傾向が見られた。ケヤキの人工林は25°以上と比較的急な斜面に位置してゐたが、1m未満であつた。

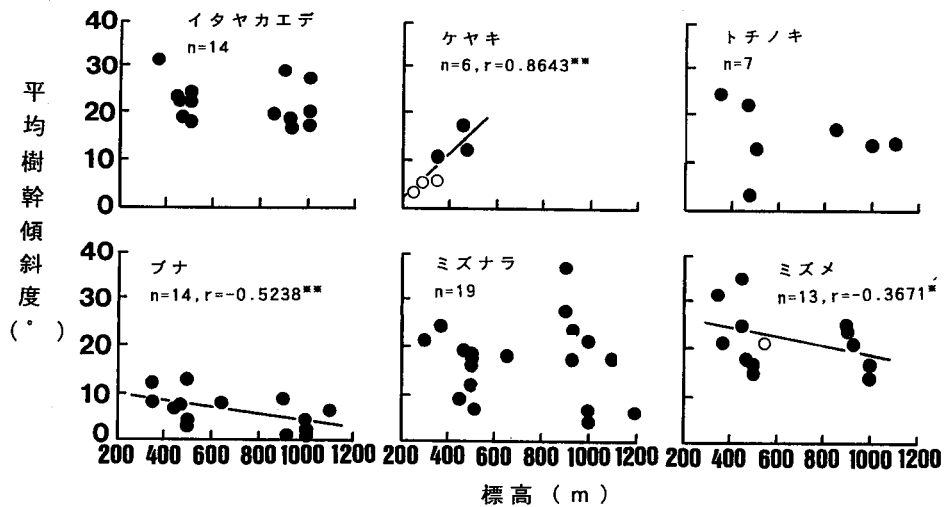


図-4 標高と平均樹幹傾斜度との関係

●：原生林および二次林、○：人工林

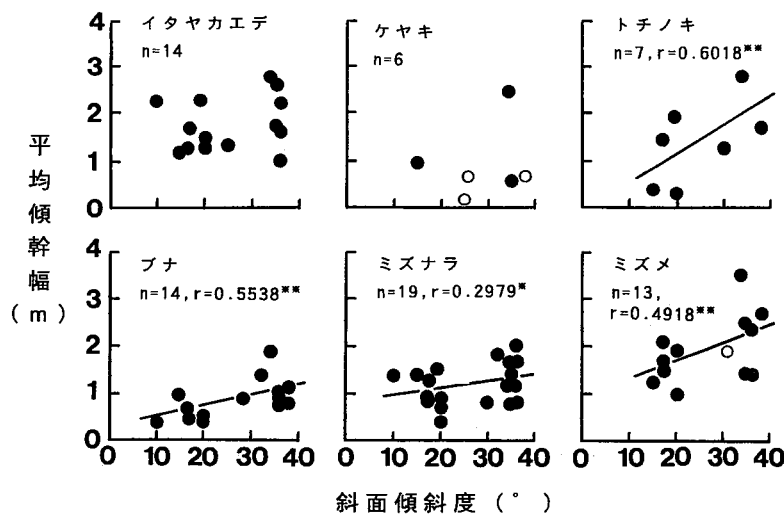


図-5 斜面傾斜度と平均傾幹幅との関係

●：原生林および二次林、○：人工林

図-6は、斜面傾斜度と平均樹幹傾斜度との関係をあらわしている。こちらは、ケヤキ以外で有意な正の相関が認められ、斜面も傾斜度が高くなるほど樹幹傾斜度も高くなった。つまり、斜面が急なほど幹が斜立しやすいことが示された。

5 根元曲がりと胸高直径との関係

図-7は、6樹種における平均胸高直径と平均傾幹幅との関係をあらわしている。天然林では、10cm未満のものから100cm程度のものまでとかなり幅が広く、ケヤキおよびミズメの人工林は直径が50cm以下と天然林に比べ小さかった。ここでは、イタヤカエデ・ミズナラ以外で有意な相関が得られた。ブナ・ケヤキ・ミズメは正の相関が認められ、イタヤカエデにおいても胸高直径の増加と共

に、傾幹幅が増加する傾向があった。逆に、トチノキは負の相関が認められ、ミズナラにおいてはサイズに関係なくほぼ一定であった。

図-8は、平均胸高直径と平均樹幹傾斜度との関係をあらわしている。イタヤカエデ以外は有意な相関が得られた。しかし、樹種によって相関関係が異なりブナ・ケヤキ・ミズメは正の相関が、ミズナラ・トチノキでは負の相関であった。また、イタヤカエデは直径に関係なくほぼ一定の傾斜度であった。

IV 考 察

平均傾幹幅および平均樹幹傾斜度の結果を樹種別および要因別にまとめたものを表-4に示す。今回の結果で最も関係の深い要因は斜面の傾斜度

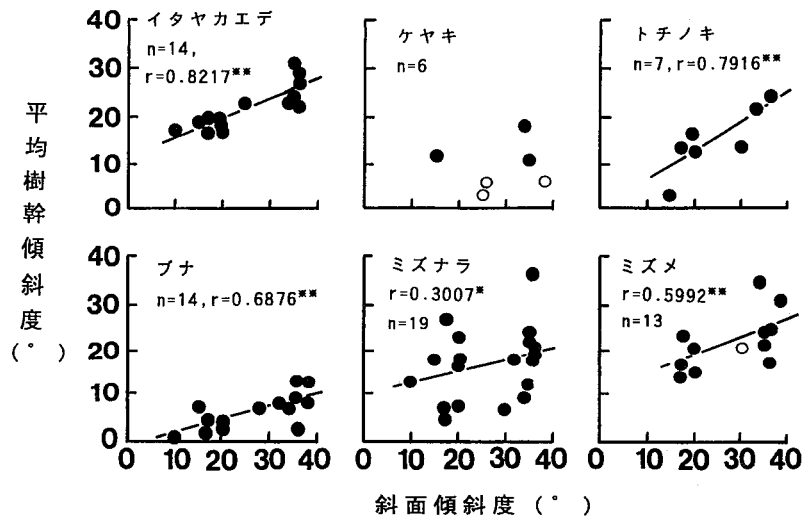


図-6 斜面傾斜度と平均樹幹傾斜度との関係

●：原生林および二次林、○：人工林

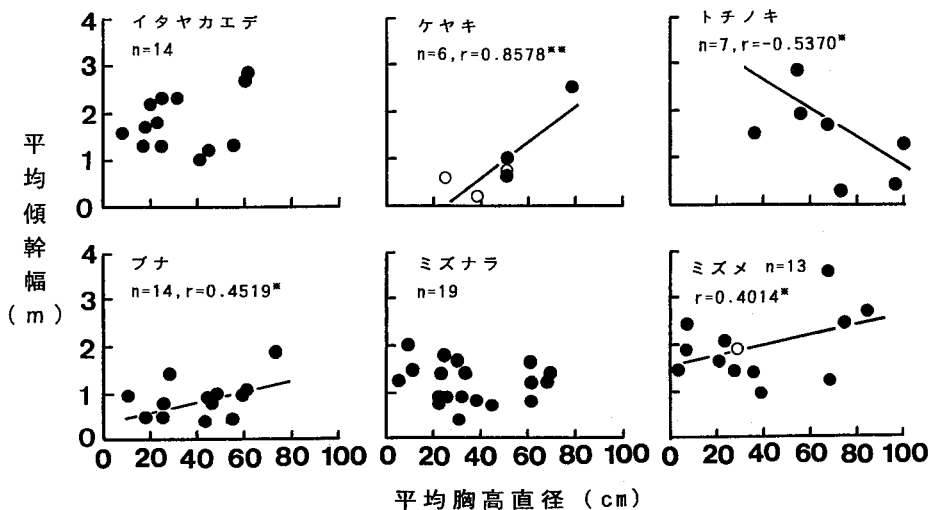


図-7 平均胸高直径と平均傾幹幅との関係

●：原生林および二次林、○：人工林

表-4 広葉樹6種の根元曲りに関する要因のまとめ

樹種	要因	標高		斜面傾斜度		胸高直径	
		幅	角度	幅	角度	幅	角度
ブナ	-	○	-◎	+◎	+◎	+◎	+○
ミズナラ	×	×	+○	+○	×	-○	-○
ミズメ	×	-○	+◎	+◎	+○	+○	+○
イタヤカエデ	×	×	×	+◎	×	×	×
ケヤキ	+◎	+◎	×	×	+◎	+○	+○
トチノキ	×	×	+○	+○	-○	-○	-○

○：5%水準で有意、◎：1%水準で有意
 +：根元曲り大きくなる、-：根元曲りが小さくなる
 幅：傾幹幅、角度：樹幹傾斜度

であったと考えられる(図-5、6)。これは広葉樹のように樹冠が横へ広がる樹種にとっては、急傾斜地では谷側への枝の張り出しの割合が多くなるため、下方へ加重がかかるためと思われる。

一般に、落葉広葉樹の同一林分内における根元曲り方は、劣勢木ほど大きく、優勢木ほど小さくなることが知られている(橋詰1985;小谷・矢田1992)。今回は異林分間における林分の平均胸高直径の比較であるためか、樹種により異なった(図-6、7)。これは、年齢の増加と共に樹冠が偏寄りやすいものと安定するものとの違いや、年齢の増加と共に根の発達が安定するものと衰退するものとの違いなどが考えられる。サイズより根元曲りの違いが樹種によって異なることは、台風等による被害の受け方など樹種の特長などに関係していることも考えられる。

標高と根元曲りとの関係は、他の要因ほど直

接的な関係は示されなかった(図-3、4)。これは、斜面傾斜度や胸高直径が一定な場合において比較していないので、その関係の深さははっきり議論できないが、ケヤキは天然分布の狭さに大きな原因があり、それ以外の樹種は標高よりも他の要因が大きく関係していると考えられた。標高と積雪深とは関係が深い(図-2)、根元曲りの関係に積雪がどの程度関係しているかは今回の調査でははっきりしなかった。

今後、これらの樹種を造林する場合において考えられる要因をまとめてみると以下のようにと思われる。ブナ・ケヤキが他の樹種に比べ根元曲りが小さいのは、他の樹種に比べて斜面下部における支持根の発達が旺盛な樹種であるためと思われる。ブナにおいてはそのことを裏付けたデータが出されている(橋詰1985;樋口・小野寺1993)。したがって、利用率の高い樹種として広範囲の傾斜に植栽可能と思われる。しかし、ケヤキは高標高域では注意が必要と思われる。ミズナラ・トチノキは、ブナ・ケヤキに次いで根元曲りの小さい樹種であった(表-3)。しかし、斜面の傾斜が大きいほど根元曲りの増大が著しいことから急傾斜地での造林は利用率を下げるようである。特に、ミズナラにおいては傾幹幅に対し樹幹傾斜度が大きいのが特徴なので、斜立になりやすい樹種であることを念頭に置く必要がある。標高は特に大きな違いはないことから、緩斜面であれば広範囲に植栽可能と思われる。ミズメ・イタヤカエデは、傾幹幅も樹幹傾斜度も大きい(表-3)ことから、根元は匍匐状態になり、立ち上がっ

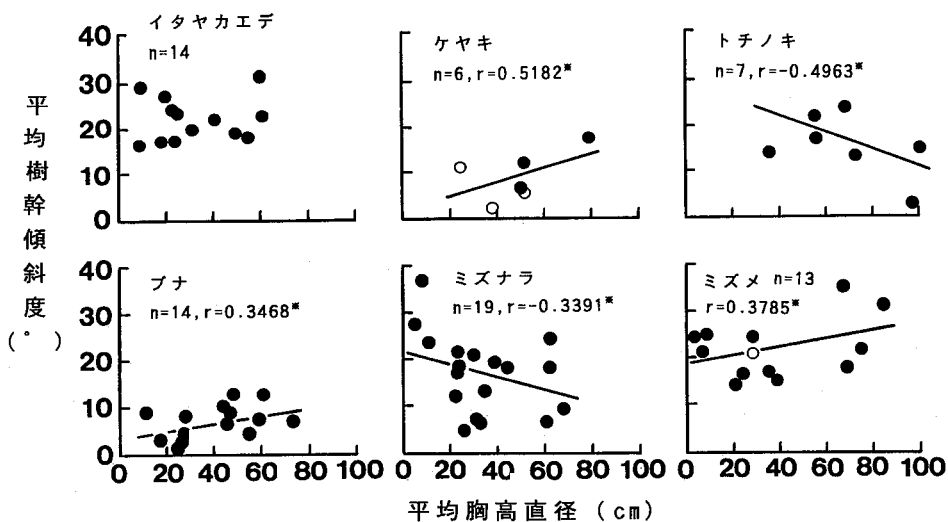


図-8 平均胸高直径と平均樹幹傾斜度との関係

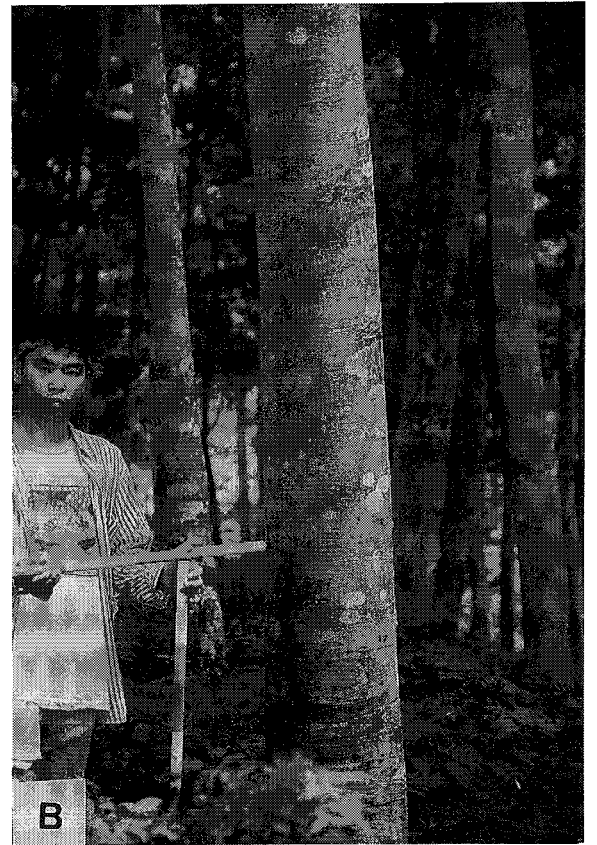
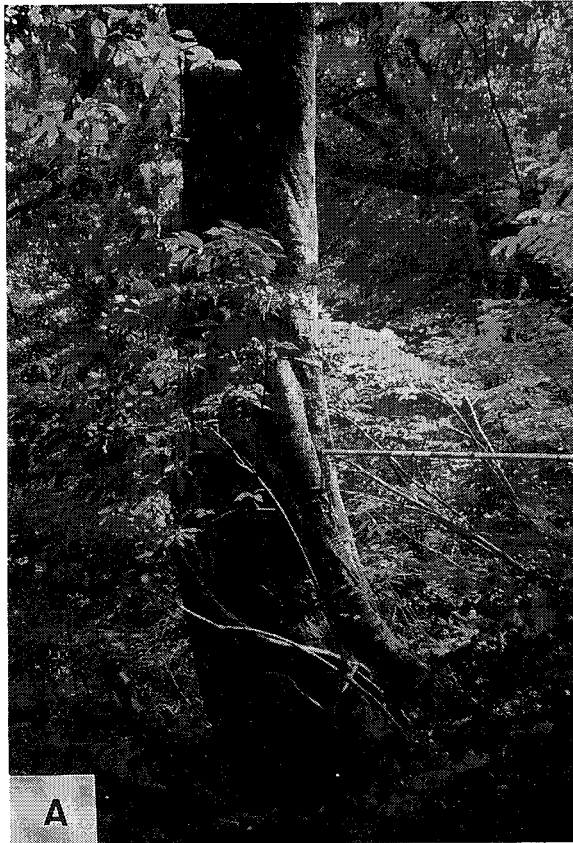
●：原生林および二次林、○：人工林

ても斜立状態である。しかも、大径木になっても曲がりの減少は期待できない(図-7、8)。したがって、ある程度の根元曲がりは覚悟して造林しなければならない。ミズメにおいては、標高550mに約90年生の造林事例があるが、急傾斜地であるせいか曲がりが大きかった。しかし、中には曲がりの小さいものがあることから、形質の良いものを中心に保残して大径木へ誘導したい(小谷1990)。標高は、ミズメにおいて若干高標高域ほど樹幹傾斜度が小さくなるという結果となったが、大きな違いはないようである。やはり、なるべく緩斜面に植栽したい。

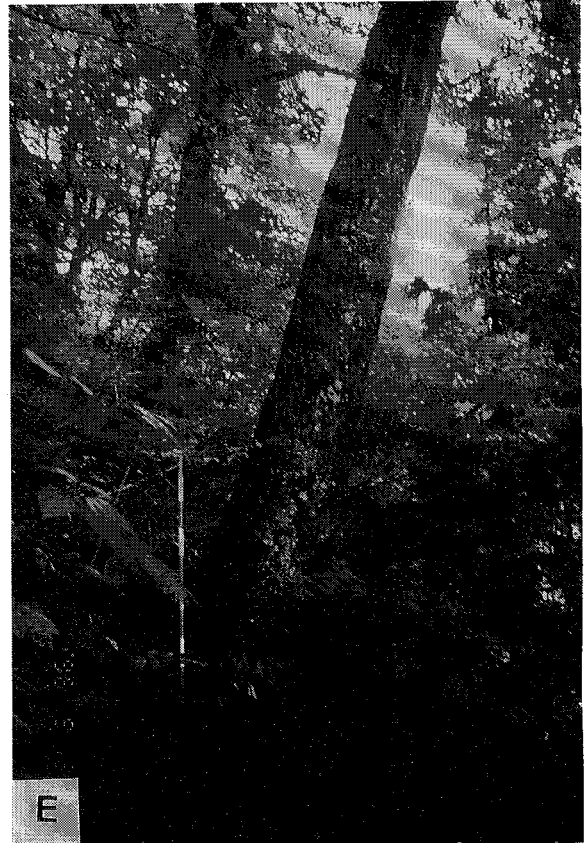
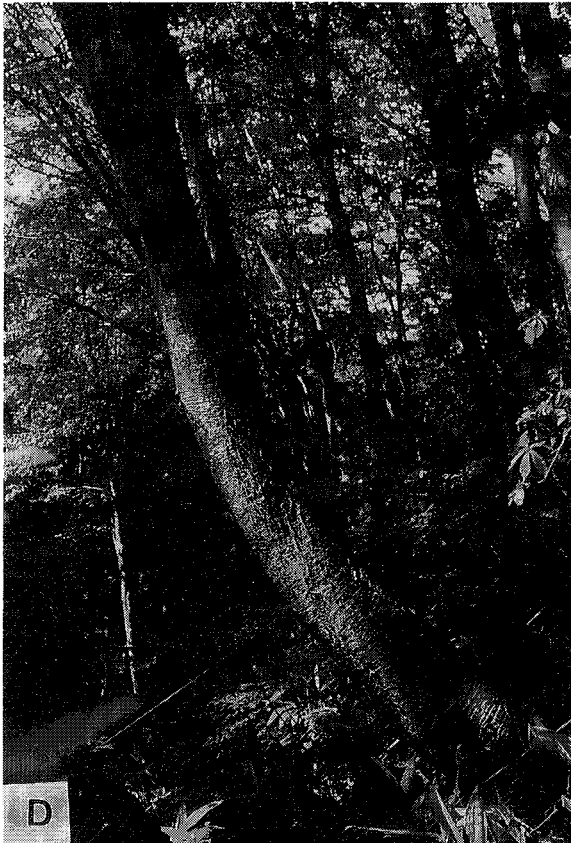
以上のことから、広葉樹の収穫を目的とした造林においては根元曲がりの形成をある程度念頭に置く必要があり、出来るだけ曲がりを最小限に止めるべく立地を選択したい。しかし、多雪地帯の広葉樹の人工造林は植栽初期における動物による食害や気象害などいろいろな面で問題が多いのが実情である。今後はこうした面での検討も必要と思われる。

V 引用文献

- 橋詰隼人(1985) 広葉樹の生育特性に関する研究 (I) 樹種及び立地条件による生育特性の違い。広葉樹研究3:15~32.
- 樋口裕美・小野寺弘道(1993) 高木性落葉広葉樹の耐雪性の解明 (I) 高木性数種の根元曲がり特性。日林試75:56~59.
- 石川県(1983) 石川県の植生と植物相。石川県植物誌:14~39. 橋本確文堂. 金沢.
- 石川県(1993) 59豪雪の記録。石川県災異誌:151~166.
- 石川県林業試験場(1994) 石川県樹木分布図集:pp489. 徳野印刷. 金沢.
- 紙谷智彦(1984) 豪雪地帯におけるブナ二次林の再生過程に関する研究 (I) 樹幹の曲がりとその階層構造の形成に及ぼす影響について。新潟大演報17:1~16.
- 小谷二郎・矢田 豊(1989) 多雪地帯における不成績造林地の改良に関する研究 (II) -放置されたスギ不成績造林地の林分構造および広葉樹の生育状況-。100回日林論:257~258.
- 小谷二郎(1990) 豪雪地帯のスギ・広葉樹混交林の構造と根元曲がりについて。雪と造林8:13~16.
- 小谷二郎・矢田 豊(1991) 多雪地帯におけるミズメ人工林の林分構造。39回日林中支論:89~92.
- 小谷二郎・矢田 豊(1992) 多雪地帯におけるコナラ・ミズナラ混交二次林の構造と成長。40回日林中支論:67~68.
- 中沢迪夫(1982) 広葉樹の育成に関する研究 (I) -ブナ人工林の生長について-。新潟県林試研報25:45~64.
- YASHIRO M., NAKANO C. and MIZUSHIMA T. (1989) Distribution of some chemical components in cross section of a Beech tree containing snowfall-effected tension wood. Bull. Niigata Univ. For. 22:1-12.



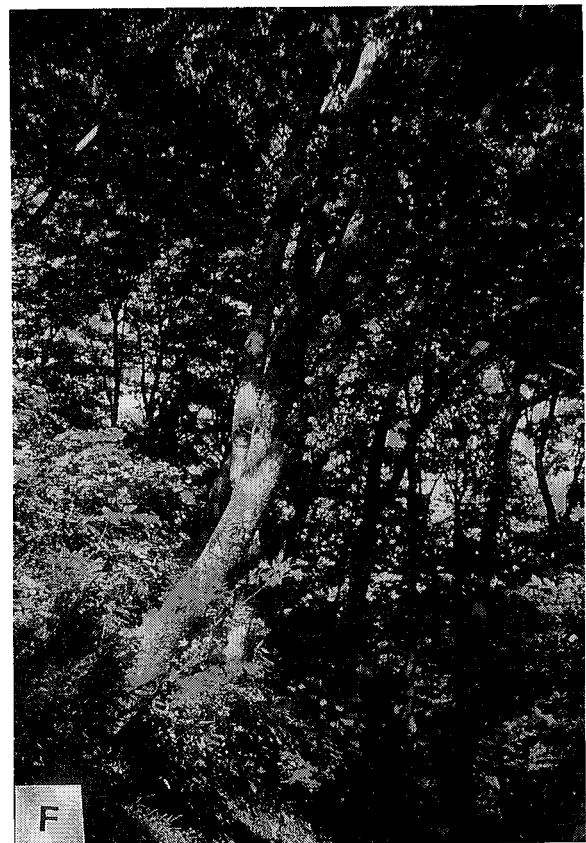
- A : 集落の裏山に残る天然のブナ (山中町大土 — 標高450m)
B : 根元曲がりの少ないブナ二次林 (白峰村大嵐山 — 標高1,000m)
C : 薪炭林跡に再生したミズナラ二次林 (白峰村大嵐山 — 標高1,000m)

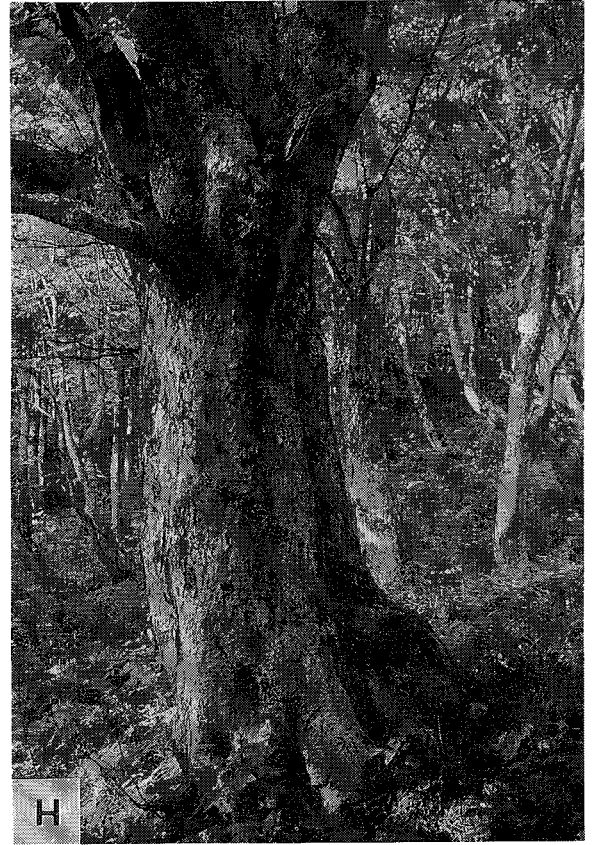
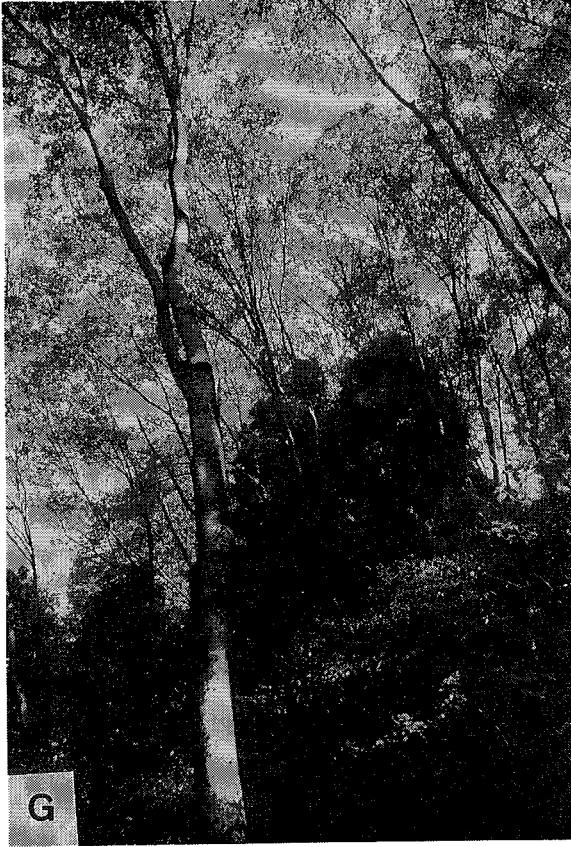


D：全国でもめずらしい約90年生の
ミズメ人工林（小松市花立 — 標高550m）

E：ミズメ（天然生）は根元曲がり大きい
（河内村内尾 — 標高370m）

F：イタヤカエデ（天然生）も根元曲がり大きい
（鹿島町石動山 — 標高470m）





G : 急傾斜地のケヤキ人工林 (山中町鶴ヶ滝 — 標高350m)

H : 直径1mのトチノキ (白峰村百合谷 — 標高850m)