

〈論文〉

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

橋 詰 隼 人^{*}

**Studies on the Growth Characteristics of
Broad-leaved Trees (I)
Differences in Growth Characteristics according to
Tree Species and Site Conditions**

Hayato HASHIZUME^{**}

Summary

The growth characteristics of main broad-leaved trees were investigated in natural and artificial forests in much and heavy snowfall regions of the Sanin district and the Hokuriku district, and also in a light snowfall region of the Shikoku district.

The growth characteristics of broad-leaved trees in forest land were varied according to tree species. In the virgin forests of Japanese beech (*Fagus crenata*), zelkova (*Zelkova serrata*), white oak (*Quercus crispula*), buckeye (*Aesculus turbinata*) and Japanese cherry birch (*Betula grossa*), the stands of large trees above 50 cm in average d. b. h. and above 20 m in average tree height existed, and superior stands, whose the stem was straight and the average clear stem length was higher than 10 m, were found in the forests of beech and zelkova.

The trees growing in much and heavy snowfall regions were larger in the bending of stem base and the creeping length of stem base as compared with the those of light snowfall regions. From these things, it was known that snowfall have a remarkable influence upon the growth of trees, especially upon the form of stem base.

The degree of bending of stem base, the creeping length of stem base and the inclination rate of stem were varied according to tree species. Since beech and zelkova were smaller in the bending of stem base and the inclination rate of stem as compared with other species, it may safely be said that these two species surpassed in resistance to the snow pressure.

The growth characteristics of broad-leaved trees in the slope of forest land varied according to the tree size and the gradient of a slope. In beech and

^{*} 鳥取大学農学部造林学研究室: *Laboratory of Silviculture, Faculty of Agriculture, Tottori University*
本研究は、昭和58年度文部省科学研究費補助金(特定研究No.58124028)による研究である。

white oak, when young the bending of stem base was great, but it recovered with increasing tree size. The bending of stem base and the inclination of stem became normal when trees grew more than 20 cm in d. b. h. and 15 m in height. The degree of bending of stem base and the creeping length of stem base increased with the increase of gradient of a slope.

In case of working of broad-leaved forest in much and heavy snowfall regions, it is necessary that forest working is practised with due regard to the growth characteristics of tree species, differences in the resistance of trees to snow pressure, site conditions, etc.

I 緒 言

広葉樹は日本列島に広く分布し我が国の森林の総蓄積の約48%を占めているが、針葉樹に比べて一般に材価が安く、また戦後のエネルギー革命によって薪炭の需要が激減したことなどから、昭和30年代以降次々に伐採されてスギやヒノキなど針葉樹の林に改植されてきた。昭和56年現在、針葉樹の人工林の面積は990万haに達し、我が国の森林面積の約40%を占めるに至った。最近の我が国の林業の現状をみると、住宅着工戸数の減少、非木質代替材の進出、外材の輸入攻勢などによって国産材の価格は低迷し、また針葉樹の一斉造林の結果マツクイムシ、スギカミキリなどの病虫害が大面積に発生し、林業の前途に不安感が高まっている。我が国における針葉樹の造林は限界に達した感がある。

他方広葉樹に目を転ずると、広葉樹は低質材とさげすまれ拡大造林の対象にされてきたが、建築・家具・合板・特殊用材として有用なものも多く、特に家具・内装材に利用する大径材やシイタケなどの原木が不足し、有用広葉樹の資源の確保が今日重要な課題になってきた。また針葉樹の一斉造林の結果、病虫害の大発生や地力減退などの問題が生じ、針葉樹と広葉樹の混交林の重要性が指摘され、さらに水土の保全、保健休養、野生動物保護など森林の公益的機能の面からも広葉樹が見直されてきた。我が国の林業の現状をみると、拡大造林は益々困難な状況にあり、これからの森林施業は針葉樹に片寄ることなく、広葉樹の活用について真剣に取り組む必要があると考える。広葉樹は生育特性、材質などが針葉樹と著しく異なるので、広葉樹林を育成し、それを有効に利用するためには広葉樹の特性をよく研究する必要がある。本研究は広葉樹の造林、天然林施業の基礎研究として、立地条件の異なる場所で主要広葉樹の生育特性を調査したものである。

II 調査地と調査方法

1. 調査地の概況

主要広葉樹の生育特性の調査は、山陰（鳥取県・岡山県）及び北陸（石川県）の多雪地帯～豪雪地帯及び四国（高知県）の少雪地帯で、主にブナ帯に属する地域で行った（表1）。山陰地方では標高750～1,100 m、北陸地方では標高290～1,280 m、四国地方では標高1,300～1,400 mの地域である。調査地の平均傾斜角は20～40°で、急斜地が多い。積雪深は、聞き取り調査で調べたが、山陰地方で

は150～250 cm, 北陸地方では200～300 cm以上, 四国地方では50 cm以下である。主として原生林で調査したが, 一部二次林も含まれている。またケヤキは天然林が少なく, 人工造林地も調査の対象にした。

傾斜地における生育特性の調査は, 蒜山と大山のブナ及びミズナラ林で行った。樹木の大きさと根元曲がり及び樹幹傾斜度との関係は, 鳥大蒜山演習林内の壮齢のブナ及びミズナラ二次林(標高750～830 m, 傾斜角30～40°)で, 斜面角度と根元曲がり及び樹幹傾斜度との関係は大山の老齢のブナ原生林(標高1,100 m, 傾斜角5～50°)で調査した。

2. 調査樹種と調査方法

調査樹種は, ブナ, ケヤキ, ミズナラ, トチノキ, ミズメなど10樹種で, 大径の有用広葉樹を対象にした。

調査方法は, 有用広葉樹の多い林分を探し, 一つの林分で10～50本を無作為に選び出し(ただし, ミズメ, ホオノキ, ハリギリなどは点在して生えており, 調査本数が少ない), 胸高直径, 樹高, 枝下高, 幹曲がり, 幹の傾斜度, 根元曲がり, 根元移動長, 枝張りの度合などを測定した。胸高直径は地上1.2 mの位置で直径巻尺で測定し, 樹高及び枝下高は測高竿または測高器で測定した。根元曲がりの測定法は, 図1の如く, 樹木の根元の山側または地際部の幹の中央にポールを垂直に立て, 地上1 mの高さの位置から水平方向に幹の中心までの距離を測定して, 傾幹幅(1)と根元曲がり幅(1')を求めた。根元曲がり高は, 根元の幹の中央にポールを垂直に立て, 根元曲がり部の高さ(h)を測定した。根元移動長は, 種子が発芽した場所から現在の根元の中心部までの距離(L)を測定した。樹幹傾斜度は, 根元曲がりがない高さにおいて幹の傾斜角(α)をクリノメーターで測定した。幹曲がり及び枝張りの度合は, 0(なし), 1(小), 2(中), 3(大)の4段階で評価し, その平均をとった。支持根数は, 根元の谷側に発生した支持根の数を数えた。

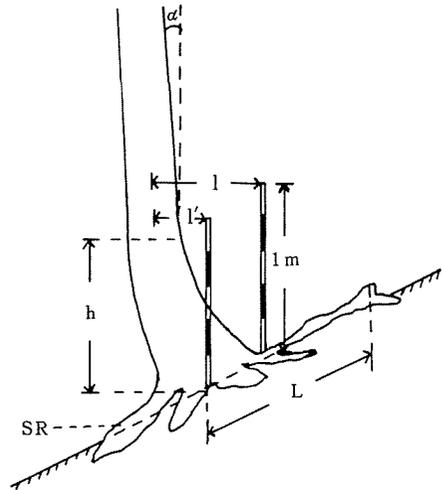


図1 根元曲がり, 樹幹傾斜度の測定法
 l: 傾幹幅 l': 根元曲がり幅
 h: 根元曲がり高 L: 根元移動長
 α : 樹幹傾斜度 SR: 支持根

III 結 果

1. 樹種及び生育場所による生育特性の違い

山陰, 北陸及び四国の山地で調査した結果を表1に示す。広葉樹の生育特性は樹種及び生育場所によって差があった。ブナ, ケヤキ, ミズナラ, トチノキ, ミズメの5樹種についてみると, 林分の平均胸高直径は36～100 cmで, ブナ, ケヤキ, ミズナラ, トチノキでは1 mを越す巨木があった。ブナ

表1 林地における主要広葉樹の生育特性

樹種	調査場所	標高 (m)	傾斜 (°)	積雪深 (cm)	胸高直径 (cm)	樹高 (m)	形状比 (完満度)	枝下高 (m)	枝下高率 (%)	幹曲の度合 (%)	幹の傾斜度 (°)	傾斜幅 (cm)	根元曲がり高 (cm)	根元移動長 (cm)	支持根数 (本)	枝張りの度合* (下方/上方平均)	備考
ア ナ	岡山県川上村西ノ谷	750	38	150~200	51.6 27~95	21.3 15~26	41.3	5.4 3.0~7.7	25.4	0.7	7.0 2~12	72.9 36~110	99.1 50~180	77.0 40~180	3.5	2.7 1.6	
	〃 〃 北ノ谷	800	33	150~200	73.7 34~123	24.1 20~28	32.7	6.3 4.0~10.0	26.1	0.6	6.4 1~22	94.6 48~135	133.0 75~210	124.0 55~290	1.8	2.6 1.3	
	鳥取県江府町鳥ヶ山	1,100	32	200以上	64.8 36~90	23.4 20~26	36.1	10.1 5.0~18.0	42.7	0.9	6.2 0~13	74.6 28~104	138.2 40~200	143.2 29~200	1.5	2.8 1.1	
	〃 智頭町沖ノ山	750	39	200~250	55.5 33~78	21.3 18~25	38.4	5.0 4.1~6.9	33.5	0.7	8.2 3~20	103.5 54~185	91.7 70~120	80.5 53~115	2.3	2.8 1.3	
ミ ナ	石川県鳥越村佛師ヶ野	350	38	200以上	61.3 29~89	21.5 15~26	35.1	8.6 5.5~10.6	40.0	0.9	12.6 5~22	166.2 60~260	143.3 60~260	2.2	3.0 1.0		
	〃 尾口村鶴ヶ谷	500	26	200以上	46.8 22~99	19.5 17~23	41.7	7.5 4.2~11.0	38.5	1.0	8.3 3~22	75.5 48~100	115.0 80~170	94.6 60~170	1.5	2.9 1.2	
	〃 白峰村千塚	1,100	28	300以上	44.4 31~64	18.5 15~26	41.7	9.2 6.4~12.0	49.7	0.9	6.8 3~11	87.3 70~100	119.0 70~140	142.5 95~240	1.0	2.7 1.1	
	〃 〃 別当出合	1,280	30	300以上	60.6 45~98	19.5 15~25	32.2	7.0 4.6~11.0	35.9	0.5	6.5 0~12	79.3 60~108	119.5 85~150	138.5 70~260	1.2	2.9 1.3	
ケ ヤ キ	高知県物部村西熊山	1,300~1,400	30	50以下	67.0 44~92	21.5 18~25	32.1	10.5 4.6~14.0	48.8	1.2	8.2 0~16	56.9 30~80	60.0 40~120	44.6 30~70	2.3	3.0 1.7	
	鳥取県智頭町沖ノ山	750	34	200~250	36.2 26~53	16.2 14~18	44.8	6.9 4.3~10.8	42.6	0.6	3.5 1~8	41.9 20~55	67.7 30~130	36.8 22~80	0.8	2.8 1.2	人工林
	石川県吉野谷村市原	290	26	200以上	51.9 33~80	19.5 18~20	37.6	7.9 4.6~11.0	40.5	0.5	5.3 3~10	67.0 40~110	69.8 33~150	93.3 80~110	0.6	2.6 1.9	〃
	〃 鳥越村佛師ヶ野	350	35	200以上	50.5 31~94	17.3 15~18	34.3	7.3 3.4~10.3	42.2	0.4	6.1 3~10	74.3 50~180	114.4 50~310	91.3 45~220	1.0	2.6 1.6	〃
ト ノ キ	高知県物部村西熊山	1,300~1,400	26	50以下	70.6 36~124	24.3 18~27	34.4	11.5 5.6~18.0	47.3	0.6	10.5 0~20	57.6 35~100	68.0 30~230	52.6 26~80	2.2	2.9 1.6	天然林
	岡山県川上村西ノ谷	750	40	150~200	60.0 29~100	17.7 14~23	29.5	5.6 2.2~10.0	31.6	0.9	15.5 0~43	107.2 44~180	134.2 60~280	154.6 45~290	0.7	2.5 1.2	
	〃 〃 北ノ谷	800	32	150~200	67.4 45~122	20.8 15~28	30.9	6.0 3.4~9.1	28.8	0.3	11.9 1~36	96.8 40~200	127.7 60~170	132.6 30~280	0.8	2.4 1.5	
	鳥取県智頭町沖ノ山	750	32	200~250	68.9 37~126	19.4 16~23	28.2	5.8 3.3~10.7	29.9	0.7	19.6 8~33	94.4 55~140	103.8 60~170	103.0 60~150	1.3	2.9 1.4	
ミ ナ	石川県白峰村千塚	1,100	36	300以上	61.5 39~85	19.8 18~25	32.2	7.5 6.3~8.8	37.9	0.9	17.8 7~38	122.8 88~200	137.5 100~220	172.5 120~270	0.8	3.0 1.5	
	岡山県川上村西ノ谷	800	33	150~200	63.8 27~112 (233)	19.2 15~25	30.1	5.2 2.8~8.3	27.1	0.4	12.3 4~28	110.4 70~173	120.0 50~200	177.5 75~560	1.0	2.1 1.4	
	鳥取県江府町鳥ヶ山	1,050	24	200以上	55.0 44~78	16.3 15~18	25.1	5.3 3.5~6.7	32.5	1.0	12.7 8~17	196.7 120~310	190.0 130~260	400.0 250~550	0.3	2.3 1.0	
	石川県鳥越村佛師ヶ野	350	36	200以上	67.6 35~106	17.0 12~20	25.1	6.2 2.9~10.5	36.5	0.4	24.2 14~43	167.8 90~240	197.8 100~270	227.2 120~295	0.4	2.6 1.3	
ミ ナ	〃 白峰村千塚	1,100	28	300以上	100.1 58~144	21.0 15~25	21.0	7.4 4.9~10.5	35.2	0.5	14.1 6~26	127.1 90~170	151.4 50~220	254.3 90~350	0.7	3.0 1.1	
	高知県物部村西熊山	1,350	31	50以下	59.8 35~85	18.9 16~24	31.6	6.4 2.9~10.4	33.9	0.7	15.2 6~35	60.7 30~100	80.4 50~150	56.8 36~90	1.3	2.9 1.6	
	岡山県川上村西ノ谷	750	37	150~200	46.7 29~58	20.7 18~22	44.3	6.8 4.0~8.3	32.9	0.5	17.7 8~34	85.0 74~105	133.3 110~150	156.7 90~200	0.3	2.7 1.2	
	鳥取県智頭町沖ノ山	750	37	200~250	36.1 27~69	16.4 15~20	45.4	5.2 3.6~6.9	31.7	0.9	21.0 2~46	90.4 46~130	125.0 70~220	125.0 60~220	0.7	3.0 1.0	
ミ ナ	石川県鳥越村佛師ヶ野	350	41	200以上	85.0 77~93	25.0 25	29.4	7.2 4.8~9.1	28.8	1.5	31.5 25~38	265.0 220~310	325.0 310~340	240.0 220~260	1.0	3.0 1.0	
	高知県物部村西熊山	1,350	23	50以下	68.3 37~98	23.8 21~26	34.8	8.6 3.8~12.0	36.1	0.9	22.1 17~29	80.8 45~96	75.6 40~110	72.1 25~105	1.6	3.0 2.1	

*幹曲がり及び枝張りの度合は、0(なし)、1(小)、2(中)、3(大)の4段階で評価し、その平均をとった。

の林分平均直径は44~74cmであったが、岡山県川上村のブナ林では直径123cmの大径木が見られた。白山のブナはやや小さかったが、原生林には直径90cm前後の大きな木が生育していた。ケヤキは高知県物部村の天然林が特に優れており、平均直径71cm、最大124cmで、通直で枝下高の高い優良木が多かった。ミズナラは林分平均直径が60~69cmであったが、岡山県川上村、鳥取県沖ノ山の原生林には直径1mを越す大径木があった。トチノキは林分平均直径が60~100cmで他の樹種に比べて大きく、岡山県川上村の鳥大森山演習林には直径233cmの巨木があった。白山、白峰村のトチノキも大きく、谷筋には直径1m以上の大径木が多く成立しており、最大は直径144cmであった。ミズメも原生林には大径木があり、石川県鳥越村及び高知県物部村の林分では直径1m前後の大きな木が見られた。

樹高についてみると、林分の平均樹高は16~25mで、ブナ及びケヤキでは25m以上の高木が見られた。しかし、30cm以上の高木は見られなかった。ミズナラとトチノキはやや樹高が低かった。形状比は20~40の範囲内にあり、ブナ、ケヤキ、ミズメが高く、ミズナラ、トチノキが低かった。林分の平均枝下高は5~12mで、ブナとケヤキ林では枝下高の高い林分があった。鳥取県烏ヶ山のブナ林、高知県物部村西熊山のケヤキ林などは枝下高が高く、最も高い木は18mもあった。林分の平均枝下高率は24~50%で、ブナ林では林分間の差が大きく、枝下高率の低い林分と高い林分とがあった。ケヤキは枝下高率が40%以上で高く、ミズナラ、ミズメは30%前後でやや低かった。幹曲がりの度合は、各樹種とも1以下の林分が多く、小曲程度であった。ケヤキは真直な木が多く、石川県鳥越村のミズメはやや曲がり方がひどかった。一般に大径木になると幹曲がり小さくなるようである。

幹の傾斜度、傾幹幅、根元曲がり高、根元移動長などは樹種間に著しい差があり、また立地条件(生育場所、標高)によって差異が認められた。幹の傾斜度はブナ、ケヤキが平均10°以内で小さく、ミズナラ、トチノキ、ミズメなどは10°以上、時には30°もあり、傾斜度の大きい樹種であった。根元曲がり及び根元移動長は多雪・豪雪地帯のものが激しくて大きく、特にトチノキ、ミズメでこの傾向が顕著であった。これらの形質は積雪の影響を強く受け、森林施業上重要であるので、後で詳しく述べる。支持根の発生数はブナが比較的多く、ミズナラ、トチノキ、ミズメなどがやや少なかった。支持根の発生数は根元曲がりと関係があるといわれているが、豪雪地帯のトチノキは根元曲がり大きく、支持根の発生数が少なかった。枝張りの度合は、いずれの樹種においても斜面の下方向(谷側)へ広く拡張し、上方向への枝張りは小さかった。日当たりの良し悪しと関係があるものと思われる。

10樹種について耐雪性と関係のある4つの形質を比較した(表2)。生育場所と樹木の生育との関係については、多雪地帯(山陰)及び豪雪地帯(北陸)の樹木は少雪地帯(四国)のものに比べて根元曲がり激しく、根元移動長が大で、積雪が樹木の生育に大きな影響をおよぼすことがわかった。

樹種別にみると、ブナとケヤキは多雪・豪雪地帯においても根元曲がり及び樹幹傾斜度が小さく、耐雪性の強い樹種であった。ミズナラ、トチノキ、ミズメ、イタヤカエデなどは根元曲がり、根元移動長、樹幹傾斜度が大きく、豪雪地帯では根元曲がり高が2m以上、根元移動長が5m以上に達するものがあり、耐雪性の弱い樹種で、多雪・豪雪地帯の急斜地では良質材の生産は困難と思われる。ミ

表2 樹種による生育特性の違い，特に耐雪性との関係

生育場所	樹種	傾幹幅 (cm)	根元曲がり高 (cm)	根元移動長 (cm)	樹幹傾斜度 (°)
山陰地方 (多雪地帯)	ブナ	76	116	106	7.0
	ケヤキ	42	68	37	3.5
	ミズナラ	99	122	130	15.7
	トチノキ	110	120	178	12.3
	ミズメ	88	129	141	19.4
	ホオノキ	93	122	87	12.1
	イヌシデ	92	127	98	20.0
	ミズキ イタヤカエデ	103 122	135 148	86 186	18.4 25.2
北陸地方 (多雪・豪雪地帯)	ブナ	87	132	130	8.6
	ケヤキ	71	92	92	5.7
	ミズナラ	123	138	173	17.8
	トチノキ	147	175	241	19.2
	ミズメ	265	325	240	31.5
四国地方 (少雪地帯)	ブナ	57	60	45	8.2
	ケヤキ	58	68	53	10.5
	トチノキ	61	80	57	15.2
	ミズメ	81	76	72	22.1
	ハリギリ	68	50	61	22.3

ズメ，ハリギリは少雪地帯でも樹幹が谷側に傾斜（斜立）する傾向がみられ，屈光性の強い樹種ではないかと思われる。

2. 傾斜地における生育の特性

蒜山及び大山のブナ及びミズナラ林で傾斜面における生育の特性を調査した。調査結果を表3及び図2～16に示す。

多雪地帯においては，一般に樹木は積雪の影響を受け，幼齢時代に倒伏又は幹が傾斜して，根元曲がりを生ずる。しかし，直径が大きくなるに従って抵抗力が生じ，また根元の上側が肥大生長して，根元曲がりがかたがた回復してくる。傾斜角30～40°の急斜地で調査したところ，ブナでは，胸高直径と傾幹幅，根元曲がり幅及び樹幹傾斜度との間に負の相関関係が，また支持根数との間に正の相関関係が認められたが，根元曲がり高及び根元移動長との間には相関関係が見られなかった（表3）。根元曲がり幅は幼時に大きく，傾幹幅，根元曲がり幅が100cm以上のものがあるが，樹木が大きくなるに従ってだんだん幹が立ち上がり，胸高直径40cm以上になると傾幹幅が50～70cm，根元曲がり幅が20cm前後になり，安定してきた（図2～3）。樹幹傾斜度は，幼時は20°以上谷側に傾斜しているが，胸高直径が20cm以上になると10°以内に回復し，ほぼ一定の値になった（図4）。支持根の発生は胸高直径10cmではじめて認められたが，25cm以上になると全部の木に発生が見られた（図5）。樹高

表3 プナ及びミズナラにおける胸高直径、樹高及び斜面角度と樹幹形及び幹脚形との相関関係

相 関 関 係	単 純 相 関 係 数	
	ブ ナ	ミズナラ
胸高直径と傾 幹 幅	-0.489**	-0.703**
〃 と根元曲がり幅	-0.726**	-
〃 と根元曲がり高	-0.260	0.05
〃 と根元移動長	0.234	-
〃 と樹幹傾斜度	-0.584**	-0.857**
〃 と支持根数	0.712**	-
樹 高と傾 幹 幅	-0.548**	-0.610**
〃 と根元曲がり幅	-0.745**	-
〃 と根元曲がり高	-0.171	0.016
〃 と根元移動長	0.171	-
〃 と樹幹傾斜度	-0.641**	-0.690**
〃 と支持根数	0.834**	-
斜面角度と傾 幹 幅	0.488**	-
〃 と根元曲がり高	0.633**	-
〃 と根元移動長	0.713**	-
〃 と樹幹傾斜度	0.103	-
〃 と支持根数	0.229	-

**は1%水準で有意

小さくなり、胸高直径20cm以上、樹高15m以上になると傾幹幅が50cm前後、樹幹傾斜度が10°以内になり、ほぼ一定の値になった(図10~13)。

ブナ及びミズナラでは、胸高直径あるいは樹高と根元曲がり高及び根元移動長との間に相関関係が見られないが、これはこれらの形質が主に積雪の移動圧(匍行力と沈降力)によって決定され、樹木の回復力と無関係であるためと思われる。ブナ、ミズナラでは、胸高直径20cm以上、樹高15m以上になれば耐雪圧性ができると考えてよいようである。

次に斜面の傾斜度と幹脚形との関係について標高1,100mのブナ老齢林で調べた。斜面角度と傾幹幅、根元曲がり高及び根元移動長との間には正の相関関係が認められたが、樹幹傾斜度及び支持根数との間には相関関係が見られなかった(表3)。すなわち、傾斜が急になるほど根元曲がりが大きくなり(図14~15)、また根元移動長が長くなり(図16)、雪圧の影響が大きくなることがわかった。傾斜角20°以下の緩斜地では、傾幹幅が50cm前後、根元曲がり高及び根元移動長が80cm前後であったが、20°以上になるとこれらの値が急に大きくなり、40~50°の急斜地では、根元曲がり高、根元移動長が緩斜地の約2倍に増加した。斜面角度と樹幹傾斜度及び支持根数との間に相関関係が認められないのは、調査林分が胸高直径30cm以上の老齢林であるためであると思われる。幼齢林では、樹木は積雪の移動圧によって谷側に傾斜するから、樹幹傾斜度と地形との関係がより鮮明に出るのではないかと思われる。

と根元曲がり、樹幹傾斜度及び支持根数との関係についても、胸高直径の場合と同様の傾向が見られた(表3)。ブナは幼時谷側に傾斜して生育しているが、大きくなるに従って幹が起き上がり、樹高15cm以上になると根元曲がり小さくなり(図6~7)、樹幹傾斜度はほぼ一定の値(10°以内)になった(図8)。支持根の発生は樹高10m以上で認められ、15mになると全部の木に発生が見られた(図9)。

ミズナラ二次林における調査結果もブナの場合と同様に、胸高直径あるいは樹高と傾幹幅及び樹幹傾斜度との間に正の相関関係が認められたが、胸高直径あるいは樹高と根元曲がり高との間には相関関係が認められなかった(表3)。ミズナラの幼齢木は傾幹幅が100cm以上、樹幹傾斜度が25°以上のものが多いが、樹木が大きくなるに従ってこれらの値は小

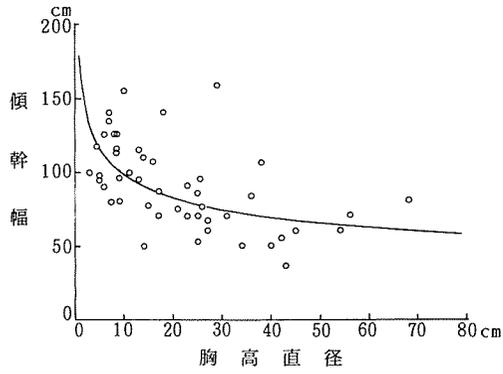


図 2 ブナにおける胸高直径と傾幹幅との関係
 $y = 162.612x^{-0.233675}$

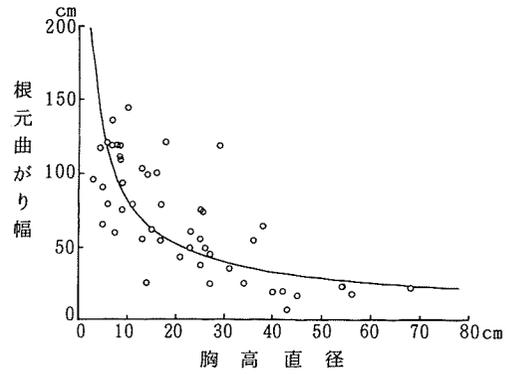


図 3 ブナにおける胸高直径と根元曲がり幅との関係
 $y = 370.111x^{-0.660405}$

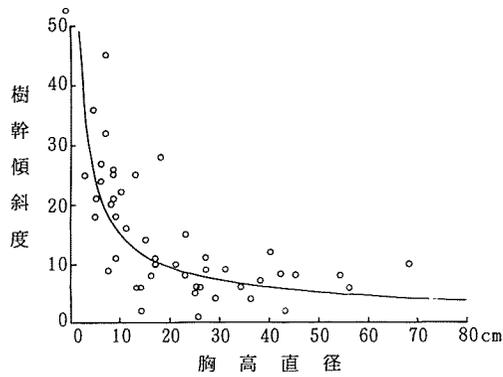


図 4 ブナにおける胸高直径と樹幹傾斜度との関係
 $y = 69.1819x^{-0.671147}$

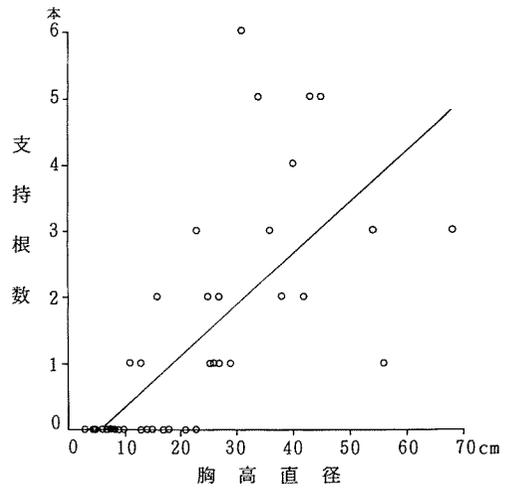


図 5 ブナにおける胸高直径と支持根数との関係
 $y = -0.4297 + 0.0768x$

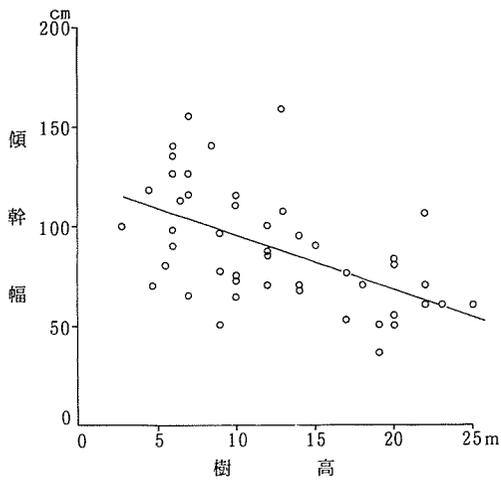


図 6 ブナにおける樹高と傾幹幅との関係
 $y = 122.796 - 2.7174x$

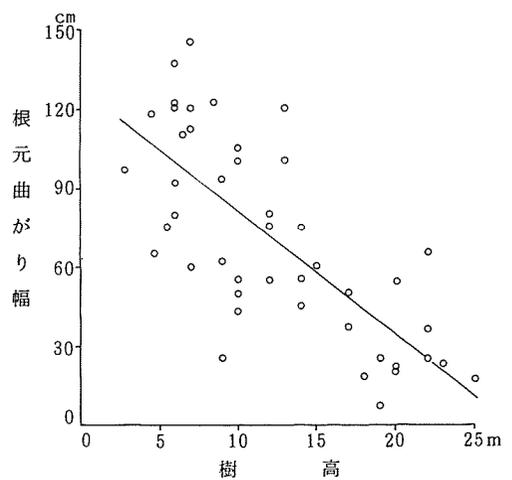


図 7 ブナにおける樹高と根元曲がり幅との関係
 $y = 128.159 - 4.6893x$

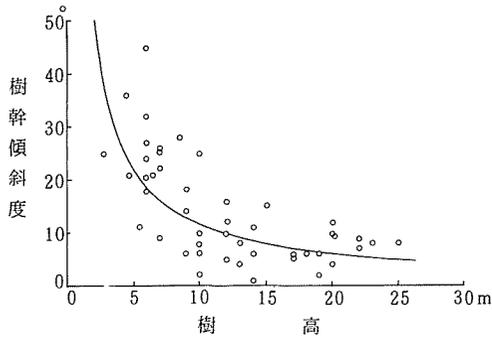


図8 ブナにおける樹高と樹幹傾斜度との関係
 $y = 99.7918x^{-0.94271}$

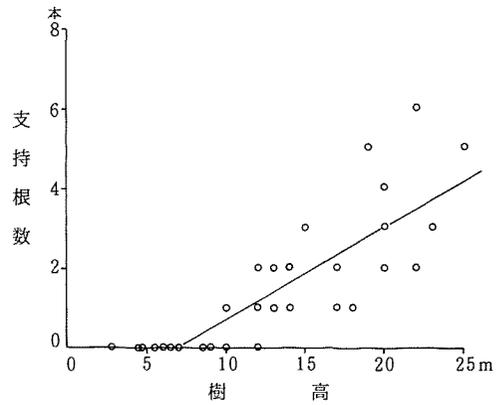


図9 ブナにおける樹高と支持根数との関係
 $y = -1.6029 + 0.2293x$

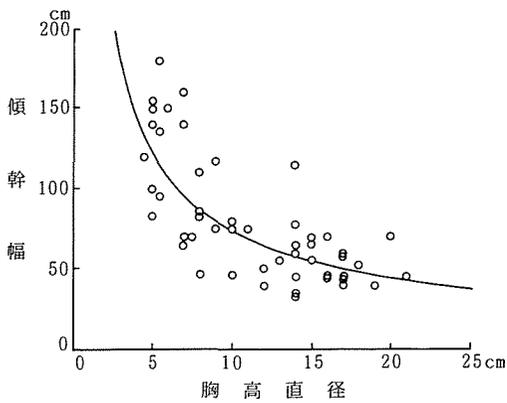


図10 ミズナラにおける胸高直径と傾幹幅との関係
 $y = 400.602x^{-0.73526}$

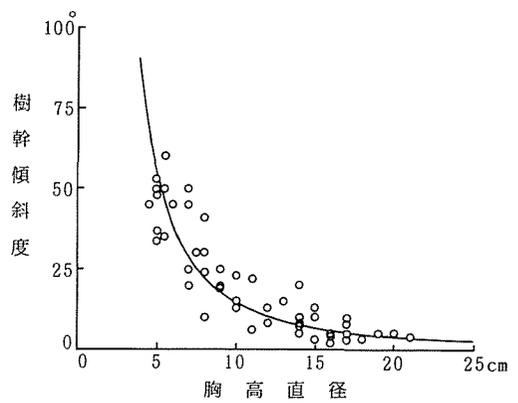


図11 ミズナラにおける胸高直径と樹幹傾斜度との関係
 $y = 1115.25x^{-1.88618}$

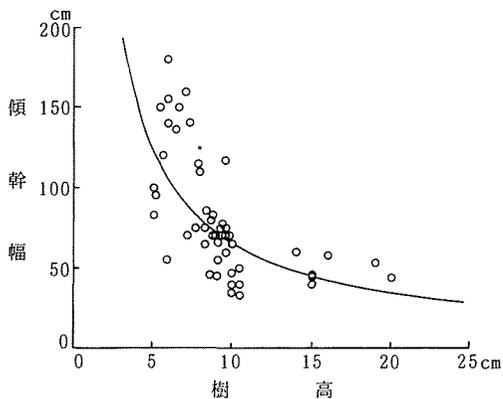


図12 ミズナラにおける樹高と傾幹幅との関係
 $y = 548.75x^{-0.923067}$

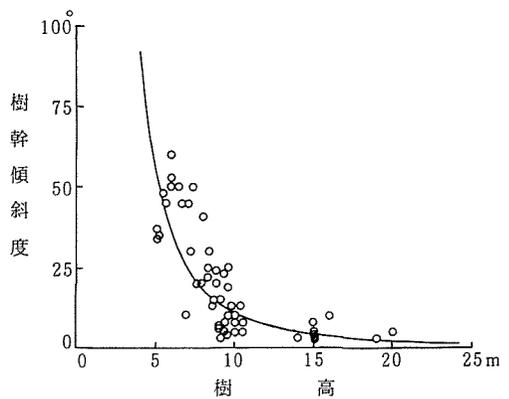


図13 ミズナラにおける樹高と樹幹傾斜度との関係
 $y = 2245.03x^{-2.31573}$

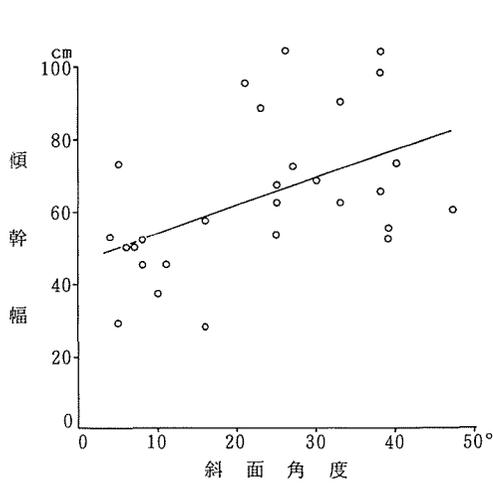


図 14 ブナにおける斜面角度と傾幹幅との関係
 $y = 46.115 + 0.7710x$

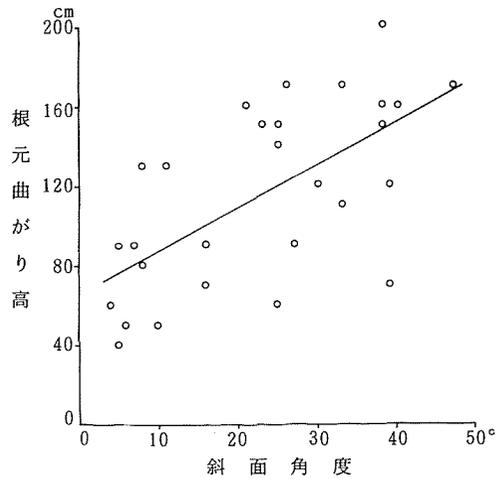


図 15 ブナにおける斜面角度と根元曲がり高との関係
 $y = 65.8975 + 2.1538x$

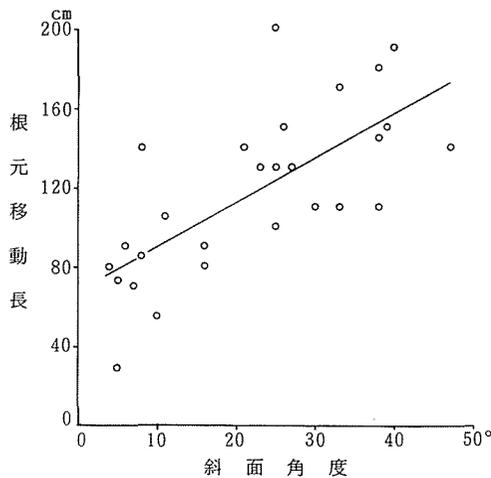


図 16 ブナにおける斜面角度と根元移動長との関係
 $y = 67.7898 + 2.2300x$

Ⅳ 考 察

広葉樹の林地における生育特性については、今田³⁾が宮崎県の落葉広葉樹林の林地の傾斜度と立木傾斜度との関係を調査し、育林技術上の問題点について論議している。紙谷ら^{4,5)}は新潟県のブナ二次林で樹幹の曲がりのパターンを調査し、それが二次林の階層構造に及ぼす影響について調べた。塚原ら⁹⁾は豪雪急傾斜地における樹木の根元曲がりについて、また小野寺・若林は北海道の多雪傾斜地における天然木の根元曲がりの回復過程や支持根の発生などを調べている。

本研究においては、多雪地帯、豪雪地帯及び少雪地帯における主要広葉樹の生育の実態と生育特性を調査し、更に林木の生育と耐雪圧性との関係について検討した。広葉樹の造林、天然林施業に際し

ては、主要樹種について色々な場所で生育の特性を明らかにしておくことが重要である。特に裏日本は雪が多いので、積雪と林木の生育との関係について研究しておかなければならない。以下広葉樹の林地における生育特性と用材生産、森林施業との関係について検討してみる。

1. 樹種による生育特性の違いと用材生産、施業との関係

山陰、北陸及び四国地方の天然林に生育する高木性の主要広葉樹の生育状況をみると、ブナ、ケヤキ、ミズナラ、トチノキ、ミズメなどは平均胸高直径50cm以上、平均樹高20m以上の林分がかなり多く見られ、時には胸高直径1m以上の大径木が生育していた。林木の形質は林分によって著しく差があり、ブナやケヤキの天然林では幹が通直で枝下高の高い林分があったが、ミズナラ、トチノキなどでは枝下高の低いものが多く、またミズメ、ハリギリ、イタヤカエデなどは斜立性が強く、斜幹になることが多かった。広葉樹を用材(内装材・家具材など)に利用する場合には、直径が大きく、幹が通直で、枝下高が高いことが要求される。広葉樹用材の材価は一般に径級が大きくなるほど高くなるが¹⁾、ケヤキ、シオジなどでは径級30cm以上で価格の上昇が急激になる^{1,7)}。それ故、広葉樹の高品質材を生産するためには長伐期施業が必要になる。ケヤキの人工林施業においては、胸高直径70cm以上、枝下高8m以上、伐期170年を目標に施業がなされている¹⁰⁾。広葉樹の用材生産の目標は樹種及び用途によって異なるが、現在の市場における取り引き状況から判断すると、胸高直径40~50cm以上、枝下高6~8m以上、伐期100年以上が必要と思われる。

木材は一般に元玉が形質が良く、最も高価に取り引きされている。広葉樹も例外でなく、高品質材を生産するためには根元曲がり小さく、枝下高が高いことが重要である。多雪・豪雪地帯においては、林木は積雪の影響を受け、根元曲がり、幹曲がりを生ずることが多い。広葉樹の耐雪圧性は樹種によって差があり、紙谷ら^{4,5)}の研究によると、高木性のブナ、ミズナラ、コシアブラなどは雪圧に対して直立する傾向が強く、特にブナは耐雪圧性が強いが、中・小高木性のマルバマンサク、リョウブ、ヤマモミジ、ウリハダカエデなどはほふくする傾向が見られた。塚原ら⁹⁾によると、根元曲がりの大きさはヤマモミジ・アカメイタヤ>ミズナラ>の順で、陰樹は陽樹よりも根元曲がり小さい傾向があるという。井沼・青山⁸⁾によると、ブナは根元曲がり少なく、最も耐雪圧性の高い木である。本研究によると、ブナとケヤキは多雪・豪雪地帯においても根元曲がり、樹幹傾斜度が小さく、耐雪圧性の強い樹種であった。ただし、ケヤキは幼時、幹が柔軟で多雪地では倒伏又は斜立する傾向があるが、直径が大きくなって耐雪圧性ができると幹が直立するようになる。ミズナラ、トチノキ、ミズメ、イタヤカエデなどは根元曲がり、根元移動長及び樹幹傾斜度が大きく、耐雪圧性のやや弱い樹種のようなであった。ミズメ、ハリギリは多雪・豪雪地帯では根元曲がりを生ずるが、少雪地帯でも幹が斜立する傾向が見られ、根元曲がり、幹の傾斜は雪圧の影響ばかりでなく、受光量が影響しており、特に屈光性との関係が注目された。傾斜地では多くの広葉樹が日当たりの良い谷側へ枝を伸ばしている。これは屈光性が関係しているものと思われる。樹種による耐雪圧性の違いは森林施業上大変重要で、耐雪圧性の弱い樹種は多雪・豪雪地帯の急斜地に造林することはできない。また天然に成林したとしても根元曲がり大きく良質材の生産は困難である。

2. 立地条件による生育特性の違いと用材生産、施業との関係

多雪地帯においては、林木は積雪の移動圧によって幼齢時代に倒伏又は幹が傾斜して根元曲がりを生ずるが、直径が大きくなるに従って雪圧に対して抵抗力が生じて幹は立ち上がり、また根元の偏心肥大生長が促されて、根元曲がりがかたんだん回復してくる。根元曲がりは多くの広葉樹で見られる^{6,8)}が、本研究によると、ブナ、ミズナラでは胸高直径20cm、樹高15mになると根元曲がりが回復し、樹幹傾斜度はほぼ一定の値(10°以内)になった。また根元曲がりは支持根の発生と関係があるといわれているが、胸高直径20cmになると、支持根の発生が全部の木に認められた。昭和58年12月から59年2月にかけて鳥取県は豪雪に見舞われ、鳥大蒜山演習林の標高600~800mの林地では積雪量が2~3mに達し、スギ、ヒノキ、広葉樹などに雪害が発生した。ミズナラ幼齢林で調査したところ²⁾、傾斜30~40°の急斜地では被害率が60%(幹の傾斜39%、根元割れ14%、倒伏5%、その他2%)に達した。雪害は胸高直径4~20cmの立木に発生し、20cm以上の立木には見られなかった。これらのことから、広葉樹は胸高直径が20cmになれば積雪の移動圧に対して抵抗力が生ずるものと考えてよい。

根元曲がりは斜面の勾配と正の相関関係があり、傾斜が急になるほど根元曲がりが大きくなる。紙谷⁵⁾によると、豪雪地帯では傾斜が20°を超えるといずれの樹種でも樹幹の曲がりが生ずる。今田³⁾は林床の傾斜度が30°以内でないといふ広葉樹の高品質材の生産は難しいとしている。林地の傾斜度は20°以下の緩斜地は少なく、むしろ20°以上の急斜地が多い。特に落葉広葉樹の成立する高海拔地は急斜地が多く、雪崩の発生する場所さえある。多雪・豪雪地帯の急斜地の樹木は根元曲がりが大きく、ブナのように耐雪圧性の強い樹種でも根元曲がり高が150~200cmにもなり、トチノキ、ミズメなどでは2~3m根元曲がりを生じた木がある。前述のように広葉樹の用材は元玉が最も価値が高いので、根元曲がり、幹曲がりは大きな欠点である。多雪・豪雪地帯の30°以上の急斜地では良質材の生産は困難と思われる。35~40°の急斜地では落葉樹といえども雪害が発生することがある。広葉樹林の施業に際しては、斜面勾配、樹種構成などをよく吟味して施業適地を決定すべきである。

V 総 括

山陰、北陸の多雪・豪雪地帯及び四国の少雪地帯の主として天然林で主要広葉樹の生育特性を調査した。本研究の結果は次のごとくである。

1. 林地における広葉樹の生育特性は樹種によって差があった。ブナ、ケヤキ、ミズナラ、トチノキ、ミズメなどの天然林では、平均胸高直径50cm以上、平均樹高20m以上の大径木の林分があり、胸高直径1m以上の巨木も見られた。ブナとケヤキの天然林では、平均枝下高が10m以上の優良林分があった。

2. 多雪地帯及び豪雪地帯の林木は少雪地帯のものに比べて根元曲がり、根元移動長が大きく、積雪が林木の生育、特に幹脚形に大きな影響をおよぼすことがわかった。

3. 根元曲がり、根元移動長、樹幹傾斜度などは樹種間に著しい差があった。ブナとケヤキは多雪・豪雪地帯においても根元曲がり、樹幹傾斜度が小さく、ミズナラ、トチノキ、ミズメ、イタヤカエデなどは根元曲がり、樹幹傾斜度が大きく、ミズメ、ハリギリは樹幹が斜立する傾向が見られた。ブ

ナとケヤキは耐雪圧性の強い樹種のものであった。

4. 傾斜地における広葉樹の生育特性については、樹木の大きさ及び斜面角度によって差異が見られた。ブナ、ミズナラでは、幼時は根元曲がり大きいのが、樹木が大きくなるに従って根元曲がり回復し、幹が直立するようになった。胸高直径20cm以上、樹高15m以上になると根元曲がりの度合及び樹幹傾斜度はほぼ一定になり、耐雪圧性が生じた。胸高直径あるいは樹高と傾斜幅、根元曲がり幅及び樹幹傾斜度との間に負の相関関係が、また支持根数との間に正の相関関係が認められた。根元曲がり、根元移動長は傾斜が急になるほど大きくなり、積雪の移動圧の影響を強く受けることがわかった。

5. 多雪・豪雪地帯における広葉樹林の施業に際しては、積雪が林木の生育に大きく影響するので、樹種の生育特性、耐雪圧性、立地条件（生育場所、標高、斜面勾配）などを考慮に入れて施業する必要がある。

VI 謝 辞

本研究は昭和58年度文部省科学研究費補助金（特定研究No.58124028）によって行ったものである。付記して感謝の意を表す。本研究に際し、石川県白山自然保護センター自然保護課長（現在石川県林業試験場）石田清氏及び高知営林局大柝営林署経営課長吉本節夫氏には現地調査の案内、調査測定などについて格別お世話になった。また本学造林学研究室大学院生船越修、若宮和泉、今村大輔の諸君には測定、取りまとめなどについて援助を得た。これらのお世話になった方々に厚くお礼を申し上げる。

文 献

- 1) 生原喜久雄：北関東地方における低質広葉樹の有用広葉樹林への施業転換に関する研究。昭和58年度文部省科研報告書，pp. 1～51（1984）
- 2) 橋詰隼人：広葉樹の雪害。未発表資料。
- 3) 今田盛生：傾斜面における広葉樹立木の傾斜度。九大演集報，**27**，13～22（1980）
- 4) 紙谷智彦・斉藤昌宏・竹内公男・小林正吾：豪雪地帯における旧薪炭林の現況(Ⅳ)。主要樹種の生育上の特性について。94回日林論，459～460（1983）
- 5) 紙谷智彦：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。新大演報，**17**，1～16（1984）
- 6) 小野寺弘道・若林隆三：積雪傾斜地の樹木特徴に関する研究(2) — 根元曲がりと支持根について —。日林北海道支部講集，**18**，174～176（1969）
- 7) 大北英太郎・中山哲之助：地元産広葉樹用材の流通と価格(Ⅰ)。奈良・和歌山県について。鳥大演報，**14**，29～42（1984）
- 8) 酒井 昭：植物の耐凍性と寒冷適応。学会出版センター（1982） pp. 287～292
- 9) 塚原初男・大谷博彌・須藤昭二：豪雪急斜地における数樹種の根元曲がり。90回日林論，347～349（1979）
- 10) 山脇英夫：ケヤキの人工林施業。日林関西支部講集，**31**，42～48（1980）



写真1 ブナ及びケヤキの生育状況

- 1：岡山県蒜山地方のブナ天然林。急斜地では根元曲がりが見られる。
- 2～3：石川県白山地方のブナ天然林。豪雪地帯でもブナは比較的根元曲がり小さい。
- 4～5：高知県物部村西熊山国有林のケヤキ天然林。樹幹通直で、枝下高の高い優良木が多い。根元曲がりは見られない。
- 6：石川県吉野谷村のケヤキ植栽木。根元曲がりやや激しい。



写真2 トチノキ, ミズメ, ハリギリの生育状況

- 1~2: 岡山県川上村鳥大森山演習林のトチノキ, 樹幹通直, 枝下高は割合高い。
- 3: 石川県白峰村のトチノキ, 大径木が多い。
- 4: トチノキの傾斜木(斜幹)(鳥大森山演習林)。
- 5: ミズメの傾斜木(高知県西熊山国有林)。
- 6: ハリギリの傾斜木(鳥取県大山国有林)。



写真3 鳥大森山演習林におけるミズナラとミズキの生育状況

- 1～2: ミズナラ。No.2の中央の大きい木はミズナラの傾斜木。
- 3: ミズナラの直立木(左)とイタヤカエデの傾斜木(右)。
- 4～6: ミズキ。密生地では樹幹通直で、枝下高の高い木が見られる(No.5)。急斜地では、幼齡木は根元曲がり激しい(No.6)。



写真4 多雪・豪雪地帯の急斜地に生育する広葉樹の幹脚の形状

- 1: 石川県鳥越村のトチノキ。
- 2: 石川県鳥越村のミズメ。トチノキ、ミズメは、豪雪地帯の急斜地では根元曲がり激しい。
- 3: 石川県鳥越村のブナ。ブナは豪雪地帯でも根元曲がり小さい。しかし、根元移動長は割合長い。
- 4: 鳥大蒜山演習林のミズギ。根元曲がりと根元移動が見られる。支持根は少ない。
- 5~6: 鳥大蒜山演習林のブナ。根元移動と根元曲がりが見られる。大径木では支持根の発生が多い。
- 7: 鳥大蒜山演習林のホオノキ。根元曲がりと根元移動が見られる。支持根の発達は顕著でない。



写真 5 多雪地帯の傾斜地におけるブナ及びミズナラの生育の特性
— 樹木の大きさと根元曲がり及び樹幹傾斜度との関係 —

- 1: 鳥大蒜山演習林のブナ二次林 (傾斜角 $35 \sim 40^\circ$, 胸高直径 20 cm 以下)。小径木は根元曲がり及び樹幹傾斜度が大きい、直径が大きくなるに従って直立するようになる。
- 2: 鳥大蒜山演習林のミズナラ二次林 (傾斜角 $30 \sim 40^\circ$, 胸高直径 18 cm 以下)。大部分の木が傾斜しているが、雪圧抵抗力が生じ直立した木もある。雪害 (根元割れ, 傾斜, 倒伏など) が発生している。