

RESEARCH REPORT
OF THE
OITA PREFECTURAL
FOREST EXPERIMENT STATION

No. 19, July, 1993
Arita, Hita, Oita, JAPAN

研 究 時 報

第 19 号

目 次

- 山腹崩壊危険度判定のための実用的な
指標の類型化……………千原賢次・諫本信義…………… 1
- 〔研究資料〕
新しい森林像を求めて
～1991年9月、台風19号による森林被害調査報告に対する
寄稿意見の抄録～……………諫本信義…………… 11

大 分 県 林 業 試 験 場

平成5年7月

大分県日田市大字有田字佐寺原

大分県林業試験場研究時報第19号(1993年7月)

目 次

山腹崩壊危険度判定のための実用的な指標の類型化	千原 賢次 諫本 信義 1
新しい森林像を求めて — 1991年9月、台風19号による森林被害調査報告に 対する寄稿意見の抄録 —	諫本 信義 11

RESEARCH REPORT
OF THE
OITA PREFECTURAL
FOREST EXPERIMENT STATION
No. 19, July 1993
Arita, Hita, Oita, Japan

-CONTENTS-

Typed trial of practical index for susceptibility
distinguishing to hillside landslides

Kenji CHIHARA 1
Nobuyoshi ISAMOTO

Search for new status of forest
-Résumé of opinions contributed to a survey of
the damage caused by the Typhoon NO. 19 in
Sept. 1991-

Nobuyoshi ISAMOTO..... 11

山腹崩壊危険度判定のための実用的な指標の類型化

千原 賢次・諫本 信義

Typed trial of practical index for susceptibility
distinguishing to hillside landslides

Kenji CHIHARA and Nobuyoshi ISAMOTO

要 旨

昭和56年7月の集中豪雨により山腹崩壊が多発した下毛郡山国町で、山腹崩壊と地形・土壌等との関連について調査を行った。約1,900haの調査対象地域(表層地質は安山岩)を選定し、2.5万分の1地形図「英彦山」「大行司」を縦、横20等分のメッシュに区切り、中の調査対象地域(70メッシュ)について地形解析や地形と崩壊密度との関連等を調査した。各メッシュごとの平均高度の最高値、最低値、平均値は785m、350m、565mであり、以下同様に列記すると起伏量は310m、50m、168m、傾斜は23度、4度、13度、谷密度は17個、0個、9個、崩壊密度は18箇所、0箇所、4箇所であった。平均高度・起伏量・傾斜等が高くなるにつれて、崩壊は次第に増加していくが、ある限度を超えて高くなれば、メッシュ数も少なくなるが、崩壊は減少する傾向が見られた。このような場所は崩壊すべき土層が発達しないため、比較的崩壊が起りにくかったと思われる。崩壊箇所は山腹上部の凹～平地形に多く見られた。土壌との関連については、調査対象地域の中の二つの小流域で調査した結果、石礫に富み、透水性や最小容気量等が高く、浅いBD(d)型土壌に崩壊が多発した。両流域とも、B1D、B1D(d)型土壌は崩壊が少なかった。

I は じ め に

近年、集中豪雨等による山地災害が多発しており、これら災害の予防を考慮した森林の施業や治山工事等を実施する必要がある。このためには、山地崩壊の危険箇所を的確に予測するための技術開発が望まれる。そこで、これらの解明の基礎資料とするため、下毛郡山国町の山腹崩壊が多発した地域で、各種調査を実施した。

本調査地域の山国町と隣接の耶馬溪町一帯において、昭和56年7月3日に時雨量で110.5mmという驚異的な集中豪雨に見舞われた。この結果、家屋・人畜・田畑・道路・山林等に多大な被害をもたらし、特に山林では約1,600個所の山腹崩壊が発生した。本調査ではこの集中豪雨による災害区域(約15,000ha)の中から、山国川上流域の山国町槻木地区を中心に約1,900haを調査対象地域として選定して、大体、調査設計書に示されたとおりに後述の各種調査を実施した。これらの結果から崩壊発生と関係する諸因子を抽出し、崩壊危険度を判定するための実用的な指標の類型化を試みようとしたものである。

本調査研究は平成元年度～3年度に、国庫助成課題として、全国12県で実施したもので

あり、総合的なとりまとめは代表県の兵庫県立林業試験場で行うようになっている。

本報告は本県の調査結果をとりまとめたものであり、単県の調査のみではデータ数の不足等もあり、解析の難しい点が多々あったため、残念ながら、所期の目的を十分に達成することができなかった。従って、総合的なとりまとめに期待したい。なお、本調査研究は災害直後に本県で作成した本地域の山地保全計画調査書⁵⁾のデータによる解析ならびに現地調査により行ったが、地形解析方法の詳細については福岡県林業試験場の野田 亮主任技師より指導を受けた。同氏に厚くお礼を申し上げる。

II 調査方法

前述の崩壊が多発した地域（約15,000ha）の中から、山国川上流域の山国町槻木地区を中心に約1,900haを調査対象地域として選び、地形解析、崩壊箇所数等の調査を行った。

調査対象地域の表層地質は宇佐層群の変朽安山岩（約60%）、耶馬溪層群の凝灰角礫岩（約30%）、筑紫溶岩の輝石安山岩（約10%）である。次に、この調査地域の中から4箇所の小流域を選び、地形解析、崩壊地数、崩壊規模等の調査を行い、更に、この4小流域の中から、大体同面積で比較的崩壊の多かった $\#1$ 小流域（69.64ha）と、崩壊の少なかった $\#2$ 小流域（63.75ha）について土壌等の調査を行った。これらの調査資料により、崩壊と標高、地形、土壌等との関連を検討した。具体的な調査方法については以下のとおりである。

1. 調査対象地域の地形解析・崩壊密度調査

まず、25,000分の1地形図「英彦山」「大行司」を縦、横20等分のメッシュに区切った。その中で調査対象地域のメッシュ数（標本数）は70になり、1メッシュの面積は約27haである。各メッシュごとに平均高度、起伏量、傾斜、谷密度、崩壊密度等の調査を行った。平均高度は最高・最低高度の平均値、起伏量は最高マイナス最低高度で、傾斜は1メッシュの対角線の長さ（約750m）を起伏量に対応させて求めた。谷密度は1メッシュをさらに4等分したメッシュの4辺が切る谷の総数をメッシュごとに合計して求めた。崩壊密度は、崩壊分布図⁵⁾より調査し崩壊地が各メッシュにまたがっている場合は、最も大きな面積が属しているメッシュの崩壊として数えた。これらの調査結果により、地形解析を行い地形・標高条件と崩壊等との関連を検討した。図-1に調査対象地域の位置を示す。

2. 小流域の地形解析及び崩壊地調査

調査対象地域の中から5,000分の1地形図により、崩壊地の多い4小流域を選び、それぞれについて流域面積、最高・最低高度、流路長、起伏量（最高マイナス最低高度）、高低差（本流の最高マイナス最低高度）等を算出し、各流域の地形的特徴を把握した。更に山地保全計画調査書⁵⁾及び現地調査により、この4小流域に含まれるすべての崩壊箇所（68箇所）について崩壊の規模、山腹における位置、横断面形、地形的位置等の調査を行い崩壊地分布図を作成した。これらの資料により地形条件と崩壊規模等の関連を検討した。

3. 土壌調査及び下層植生調査

前述の4小流域の中から、 $\#1$ 流域（面積69.64ha、崩壊地0.33箇所/ha）と $\#2$ 流域（面積63.75ha、崩壊地0.14箇所/ha）について、土壌型の大きく変わっていると思われる箇所ごとに各流域6点ずつ土壌型・土壌理化学性等の詳細な調査を行い、土壌分布図を作成した。更に土壌深度の調査や土壌調査を実施した箇所付近の下層植生の調査も行った。これらの調査資料をもとに崩壊と土壌等の関連を検討した。

III 結果 及 び 考 察

1. 調査対象地域の地形解析・崩壊密度調査

各項目のメッシュ毎の地形の解析結果の概要を表-1に示す。各項目の頻度分布をヒストグラムで示せば、平均高度は図-2の様になり、500 m～600mの範囲が最も多く全体の約34%であった。起伏量は図-3のとおりで、大体、正規分布を示し、160 m～180 mの範囲が最も多く全体の約17%であった。傾斜は12度～14度の範囲が最も多く、全体の約26%を占め、起伏量と対応しているため、大体、正規分布を示した。

谷密度は図-4の様に5個～10個の範囲が最も多く全体の約46%であった。崩壊密度の場合、調査対象地域の全崩壊個所数は291個所であったが、図-5の様に0個所～5個所が非常に多く、全体の約69%を占めていた。地形的には谷密度が比較的少ないようである。

一般的には谷密度が多くなるほど崩壊が起こりやすくなると言われているが、当調査地域で崩壊が多発したことは、川邊ら²⁾が述べてるように、当地域の崩壊では、ある程度の斜面長(集水域)が必要であったからではないかと考えられる。各メッシュ毎の崩壊密度と平均高度、起伏量、傾斜、谷密度等の関係をプロットしてみたが、点のばらつき具合によって崩壊が多発した地形を大体推測できる。平均高度間では、図-6の様に約350 mか

表-1 調査地域の地形解析結果(メッシュ数:70)

項目	平均高度 (m)	起伏量 (m)	傾斜 (度)	谷密度 (個)	崩壊密度 (個)
最高値	785	310	23.3	17	18
最低値	350	50	3.8	0	0
平均値	564.6	167.9	12.6	8.8	4.2
分散	14,122.0	2,912.8	16.3	15.6	17.8
標準偏差	118.8	54.0	4.0	3.9	4.2



図-1 調査対象地域の位置

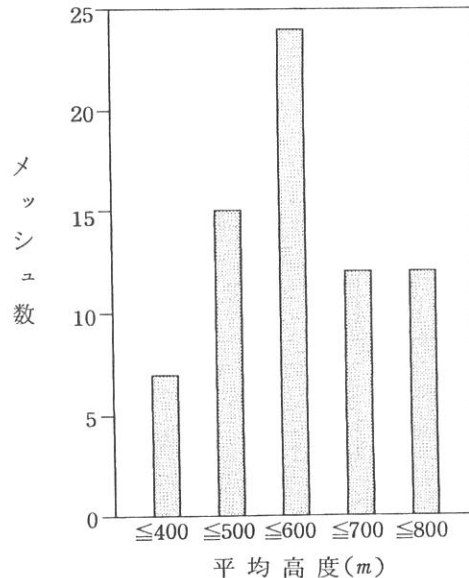


図-2 平均高度(m)頻度分布

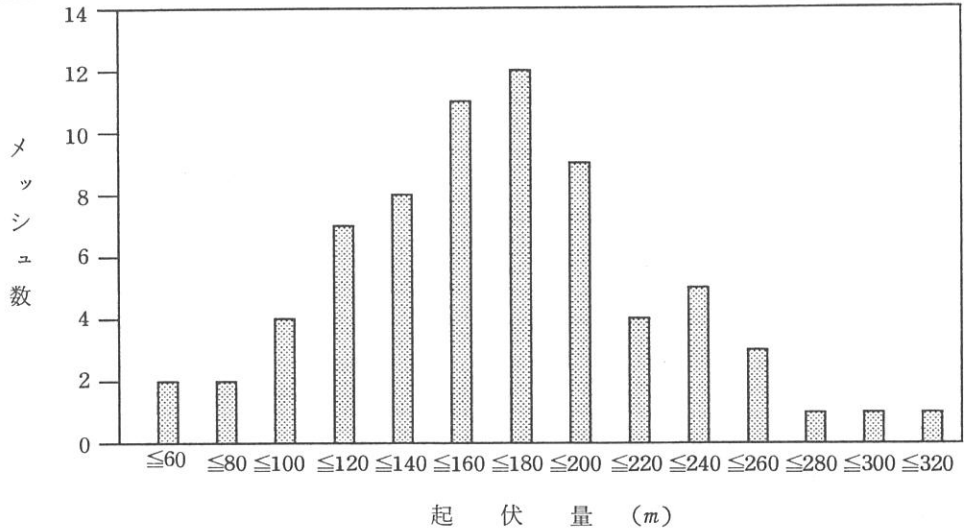


図-3 起伏量頻度分布

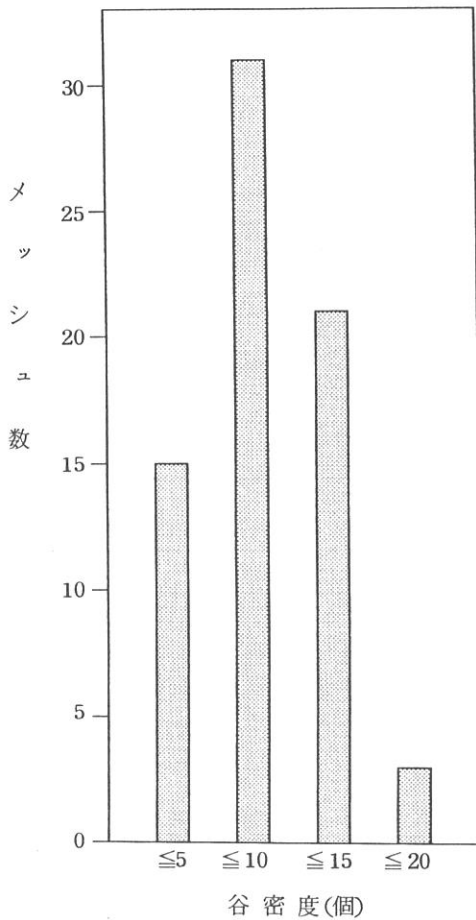


図-4 谷密度頻度分布

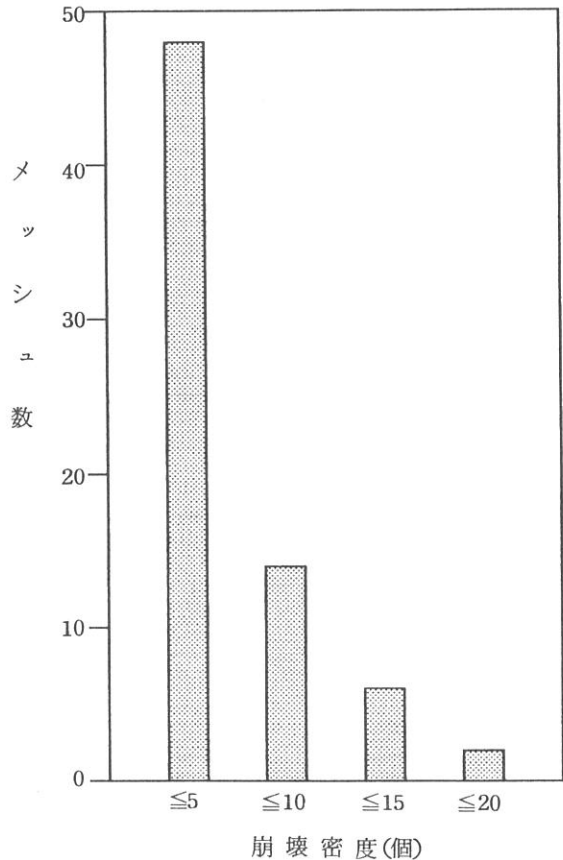


図-5 崩壊密度頻度分布

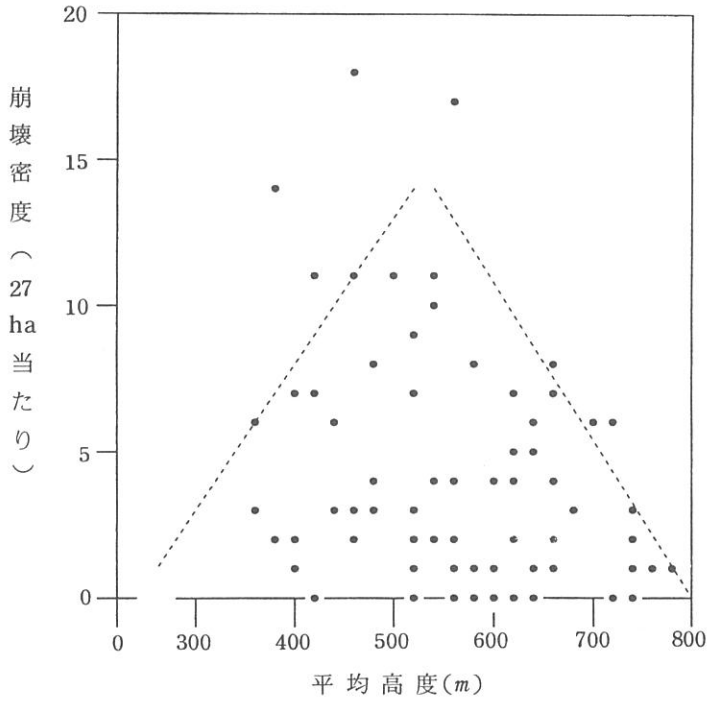


図-6 平均高度と崩壊密度の関係

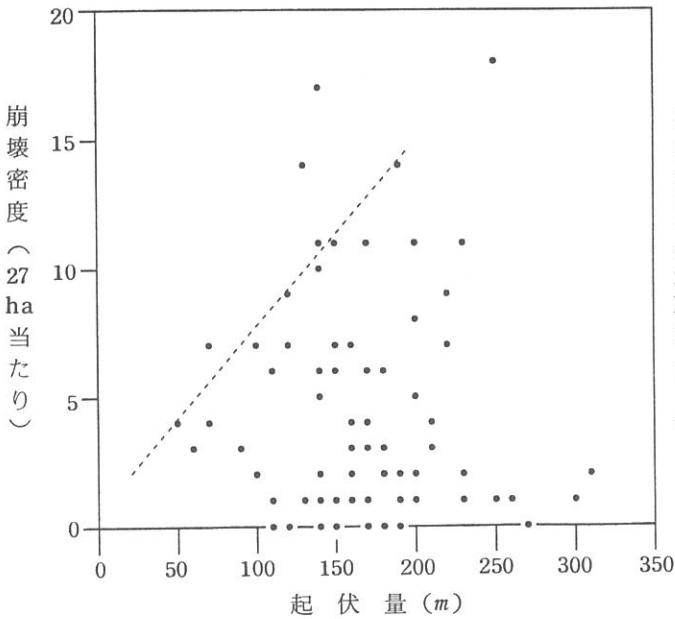


図-7 起伏量と崩壊密度の関係

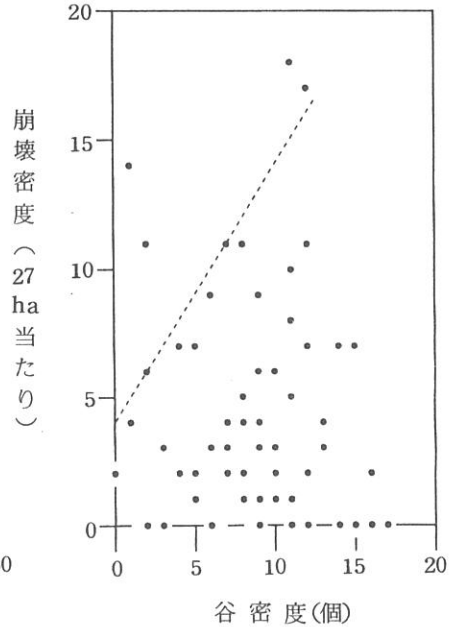


図-8 谷密度と崩壊密度の関係

ら崩壊箇所があり、約550mまでは多いが、これを過ぎると0箇所が多く減少傾向が見られた。

このことは、約600m以上になれば27ha当たり約10箇所以上の崩壊は起こりえないとも言える。なお、平均高度(AHm)と最高高度(MHm)間には、相関係数の非常に高い、次

$$MH = 1.006 AH + 80.582 \quad (n = 70, r = 0.977)$$

の直線回帰式が得られた。起伏量間では、図-7の様に約50mから崩壊が発生し、約120m～230mに最も多く集中しており、250mを過ぎるとメッシュ数も少ないが、崩壊は減少している。

谷密度間では、図-8の様に0から約13個の間に分布しており、約5～13個間が最も多いようである。傾斜間の場合、約5～17度の範囲に多く分布しており、約10～15度が最も多く、約20度を過ぎると減少したが、傾斜は起伏量から求めたため、崩壊密度との関係は点のばらつきが両者とも同じであった。崩壊密度の調査は箇所数のみで一個所毎の崩壊規模等は調査してないため、精度の点で問題はあるが、大体の傾向はつかみえたと思う。

なお、各図で点の重なる箇所が若干あったが、これらは除外した。以上の結果から考えて平均高度、起伏量、傾斜とも高くなるにつれて土層も不安定になり、崩壊は増加していくが、ある限度を超えて高くなればメッシュ数も少なくなるが、崩壊は少なくなる傾向にあった。このことは、川邊らの報告²⁾にもあるように、このような場所は平常の侵食・削剝作用による風化生成物が斜面上にたまりにくく、崩壊すべき土層が発達しないため、比較的崩壊が起こりにくかったことが考えられる。

2. 小流域の地形解析

4小流域の地形解析結果を表-2に示す。№1と№2流域は尾根を境に接しており大体同面積であるが、流路長、高低差でかなり差がみられた。つまり№1は流路が長く、高低差が大きい地形である。また、№1は№2に比して支流や小谷が多く雨水は谷部の凹地に流れ、№2よりも崩壊が多かったと思われる。比較的流域面積の小さい№4と№3流域間にも№1、2間と同様な傾向が見られるため、№4流域の方が崩壊が多かったと思われる。

表-2 小流域の地形解析結果

調査地	№1	2	3	4
A. 流域面積(ha)	69.64	63.75	34.90	26.82
B. 最高高度(m)	838	851	670	660
C. 最低高度(m)	466	484	336	422
D. 流路長(m)	1,750	1,020	620	660
E. 起伏量(m)	372	367	334	238
F. 高低差(m)	219	144	184	172
G. 崩壊地数(箇所)	23	9	14	22
H. D/A(m/ha)	25.13	16.00	17.77	24.61
I. E/A(m/ha)	5.34	5.76	9.57	8.87
J. F/A(m/ha)	3.14	2.26	5.27	6.41
K. G/A(箇所/ha)	0.33	0.14	0.40	0.82

表-3 山腹の位置

区分	力所数	%
上部	47	69.1
下部	21	30.9
計	68	100

表-4 横断面形

区分	力所数	%
凸	3	4.4
凹	34	50.0
平衡	31	45.6
計	68	100

3. 崩壊地調査

崩壊地の詳細な調査は表-2の4小流域で行ったが、崩壊は全部で68個所であった。

崩壊面積では約90%が0.005～0.1haであり、崩壊深も約90%が50cm以下及び50～100cmであった。崩壊の程度は土壌が約50%、風化層と基岩が約50%であった。山腹の位置、横断面形
 表-5 地形的位置(山腹位置と横断面形)

区 分	カ所数	%
上一凸	2	2.9
上一凹	25	36.8
上一平	20	29.4
下一凸	2	2.9
下一凹	8	11.8
下一平	11	16.2
計	68	100

地形的位置等を表-3～5に示すが、崩壊個所は山腹上部の凹～平地が約66%で比較的多く、凸型の地形は非常に少なかった。また、小谷等の凹地の側面に岩石が露出し、降雨が一個所に集中するような所、あるいは土壌の浅い所に多く発生する傾向であった。一個所当たりの崩壊としては比較的小規模であった様である。

4. 小流域の土壌・下層植生等調査

表-6 小流域の土壌型と崩壊との関係

土 壤 型		BD(d)	BD	B1D(d)	B1D	その他	計	備 考
崩 壊 多 発 地	面 積 (ha)	33.6	15.9	9.9	7.0	3.2	69.6	№1
	比 率 (%)	48.3	22.8	14.2	10.1	4.6	100	小
	崩壊地数 (n)	17	4	1	1	0	23	流
	比 率 (%)	74.0	17.4	4.3	4.3	0	100	域
崩壊分布密度(n/ha)		0.51	0.25	0.10	0.14	0	0.33	
崩 壊 少 発 地	面 積 (ha)	19.0	19.5	11.2	12.0	2.1	63.8	№2
	比 率 (%)	29.7	30.6	17.6	18.8	3.3	100	小
	崩壊地数 (n)	3	5	0	1	0	9	流
	比 率 (%)	33.3	55.6	0	11.1	0	100	域
崩壊分布密度(n/ha)		0.16	0.26	0	0.08	0	0.14	

註)土壌型のその他は、岩石地・流路等である。

1) 土壌型・土壌深調査

土壌型の調査結果を表-6に示すが、調査は表-2の小流域の中から、№1(崩壊23個所)と尾根を境に接した№2(崩壊9個所)を選び土壌条件と崩壊の関連解析を試みた。

両流域の地形の特徴は前述のとおりである。この2流域について土壌型、土壌深等について調査を行ったが、両流域とも流路、谷部の周囲は褐色森林土のBD型が広く分布し、斜面から尾根部にかけてBD(d)型が広く分布していた。また、尾根や尾根に近い高標高地では、小谷部を中心に黒色土のB1D型が多く、尾根付近はB1D(d)型が分布していた。

分布面積は№1流域では、BD(d)型が全面積の約48%で最も多く、崩壊個所もBD(d)型が、全個所数の約74%で最も多かった。次いで、BD型が約23%でBD型の崩壊個所数は、全個所数の約17%であった。№2流域ではBDとBD(d)型が大体同

面積で、全体の約60%を占め、崩壊個所はこれらの土壌型が全個所数の約89%を占めていた。

以上のことから、両調査流域ではB1D、B1D(d)型土壌は崩壊が少なく、BD(d)、BD型土壌で崩壊が多発したと思われる。土壌深については、両流域とも流路周囲の岩が露出している付近や尾根、広葉樹林地が浅く、斜面中部から下部にかけては比較的深い傾向であった。面積的には№1流域の場合、0~90cmが全面積の約75%を占め、崩壊個所数は約74%であった。№2流域の場合、0~90cmが全面積の約90%で、崩壊個所数は約56%であり、両流域とも比較的浅い土壌に崩壊が多く発生したものと思われる。

2) 標準土壌断面調査

大きな差がみられた調査項目としては、石礫の含有量が崩壊多発流域(№1)の場合、すべての土壌型について、大体、含~富であるのに対して、崩壊少発流域(№2)では、なし~乏が多かった。中でも両流域に比較的広く分布していたBD(d)型土壌については、№1が富~含に対して№2は乏が多く大差がみられた。従って、№1小流域の土壌の方が石礫の含有量が多く透水性が高いと思われるため、崩壊個所も多かったのではないかと考えられる。このことは次の土壌の物理的調査の結果とも関係する。なお、BD(d)型土壌の場合、各流域3点ずつ各種の調査を行った。

3) 土壌の物理的性質調査

両流域で比較的広く分布していたBD(d)型土壌(№1では、この土壌型の崩壊個所がha当たり0.51個所に対して、№2では0.16個所で多くなかった)について崩壊と関係が深いとされる透水性(5、15分の平均・ml/min)について比較した結果、№1の多発地では各層位の計で、一調査地点平均が363.4 ml/min に対して、№2のそれは132.9 ml/min となり、№1は№2の2.7倍であった。その他、比較的大きな差がみられたものとしては最小容気量が、№1は№2の2.9倍であった。その他、№1の方が比較的大きな数値を示したものとしては、粗孔隙量、三相組成の気体等であった。調査点数が少ないため断定はできないが、崩壊の多少が見られたのは、前述の地形条件と合せてこれらのことが原因の一つではないかと想像される。すなわち、№1小流域は山腹上部の平~凹地で、特にBD(d)型土壌は変朽安山岩よりなる半風化石礫の混入が多く、透水性が非常に高いため集中豪雨の場合、土層が水で飽和され基岩等の間に滑り面が発生しやすく、浸透水型の表面崩壊が多発したと考えられる。

表-7に褐色森林土BD(d)型土壌の物理的性質調査結果と石礫の含有量を示す。

4) 下層植生調査

調査設計に示された下層植生については、分類の専門家に依頼して2流域について主に土壌調査を行った個所周囲で詳細に調査したが、土壌との関係がよくわからなかったため考察は省略するが、ある個所の調査例を示すと次のようであった。低木類ではアブラチャン、コハウチカエデ、コハシノキ、コアカソ、ハナイカダ、コガクウツギ等々であり、草木類ではマムシグサ、イノデ、ヤマヤブソテツ、ハクモウイノデ、ジュウモンジダ、クサイチゴ、ミヤマカンスゲ等々であった。高木類は2流域ともスギ・ヒノキが主体で岩や石礫が多く土壌の浅い個所は広葉樹林が多かった。植生との関係は更に検討の要がある。

IV お わ り に

本調査研究は、担当者が転勤のため、途中で筆者らが引き継いで行ったが、こまかく決められた設計書通りの調査解析ができなかった点も多く、表題の崩壊危険度判定指標の類型化までには達しえなかった。しかしながら、地形・土壌特性と崩壊危険度の関係については、大まかではあるが、まとめると要旨に記載した程度のことは、明らかになったもの

表-7 褐色森林土B D(d)型土壌の物理的性質

流 域	調 査 点	層 位	深 さ (cm)	容 積 量	最大 容水 量 (%)	最小 容気 量 (%)	採取 時含 水量 (%)	孔 隙 量 (%)		三 相 組 成 (%)			透水性 (5,15分 の平均 ml/min)	備 考 石 礫 の 含有量
								粗	細	固体	液体	気体		
N O・1	A	10	312	68.7	17.5	30.4	61.2	24.9	13.8	30.4	55.7	64.5	含	
	B 1	20	48.3	67.1	13.9	37.1	49.9	31.1	19.0	37.1	43.9	46.5	富	
	B 2	25	90.2	61.0	4.3	41.0	34.3	31.0	34.7	41.0	24.3	18.3	富	
	B-C	30+											富	
(崩壊多発)	A 1	5	41.5	67.1	16.3	37.1	50.3	33.1	16.7	37.1	46.3	13.8	含	
	A 2	10	57.3	76.3	1.6	42.1	39.1	38.8	22.0	42.1	35.9	16.0	含	
	B 1	20	83.5	71.0	-3.0	48.5	25.8	42.2	32.0	48.5	19.5	6.0	含	
	B 2	60+											乏	
3	A	20	40.7	70.6	13.1	36.1	51.4	32.3	16.3	36.1	47.6	7.0	含	
	B 1	40	59.4	62.5	14.6	33.5	50.6	26.5	22.9	33.5	43.6	4.7	富(40%)	
	B 2	20+	79.7	56.0	13.8	31.0	48.8	21.0	30.2	31.0	38.8	4.4	富(40%)	
N O・2	A	15	61.8	72.1	3.4	47.1	32.6	42.8	24.5	47.1	28.4	8.0	含	
	B 1	20	62.7	70.5	5.7	44.5	41.4	34.7	23.9	44.5	31.7	2.1	含	
	B 2	55+	97.0	63.8	-1.0	47.6	22.8	40.1	37.2	47.6	15.3	9.4	含	
(崩壊少発)	A	10	45.5	76.2	6.0	59.9	29.5	52.7	17.8	59.9	22.3	6.5	乏	
	B 1	35	58.2	74.9	2.8	54.4	33.8	43.9	22.4	54.4	23.3	1.0	乏	
	B 2	30+	66.8	68.8	5.6	47.6	36.8	37.6	25.6	47.6	26.8	1.5	乏	
3	A	15	74.4	70.8	0.5	57.3	16.5	54.8	28.7	57.3	14.0	2.0	乏	
	B 1	20	77.6	64.3	5.2	45.8	28.7	40.8	30.5	45.8	23.7	1.3	乏	

と思っている。これらをより普遍的なものにするためには、更に降水量（累加雨量、最大時間雨量等）との関係あるいは微地形的な解析も必要であろう。

所で、本地域一帯で、災害直後に調査した安養寺らの報告¹⁾によれば「崩壊は、山腹上部の凹地や急傾斜地の変曲点で、石礫の多量に混入した浸透水性の非常に高い、浅い土壌に多発した」と述べており、当然ながら今回の調査結果と一致することが多い。

今回の解析には林況要因を入れなかったが、スギ・ヒノキの人工造林地が多い本地域に多発した所謂、浸透水型の表層崩壊の場合、樹木の根系による土層のせん断抵抗力による

影響、つまり、林況による影響があると考えられる。このことについては、安養寺らの報告¹⁾に記載されているが、これによれば「スギが尾根付近まで植えられている所、林齢が15～20年生位の若齢林、あるいは除間伐の遅れた過密な林分に多発した」と述べている。このような林分は、一般に根の発達が十分でなく土層のせん断抵抗力が比較的弱いと思われるため、表層崩壊が起りやすかったことが考えられる。また、「スギ・ヒノキ・広葉樹とも5齢級を越えると崩壊密度は低くなる」と述べた報告⁷⁾もあり、一般的には蓄積の高い壮齢林ほど崩壊は起りにくいようである。しかしながら、「林況を入れなくても地形要因のみで崩壊危険度判別は可能である」と述べた報告⁶⁾もある。林況は変化していくため、崩壊危険地予測の観点からすれば地形・土壌要因の解析のみでも十分かと思われるが、やはり、スギ・ヒノキの人工林地帯では樹種・樹齢等と崩壊危険度の関連調査も必要である。なお、本地域は平成3年9月の19号台風でも大きな立木被害を受けたが、尾根付近や土壌の浅い所に植えられたスギに根返り等の被害が多い傾向がみられた。今回の調査結果からみても、このような場所は崩壊地も多いようであった。

引用文献

- 1) 安養寺幸夫他2名：集中豪雨による山腹崩壊地の調査結果、大分県林試研究時報、7、20～27、1983
- 2) 川邊 洋他1名：花崗岩地帯における崩壊・浸食特性—三重県美杉村を例として—、三重大学生物資源学部演習林報告、17、187～210、1992
- 3) 木立正嗣：林業技術者のための地形、日本林業技術協会、東京、1973
- 4) 水谷武司：防災地形—災害危険度の判定と防災の手段—、古今書院、東京、1982
- 5) 大分県：昭和57年度山地保全計画調査書（大分県下毛郡山国町他1）、大分、1983
- 6) 塚本次郎：仁淀川下流域の台風災害における山腹小崩壊地点と非崩壊地点の判別、日林誌、73、3、161～171、1991
- 7) 田嶋幸一：集中豪雨による山腹崩壊密度と樹種・齢級・雨量の関係、日林九支研論、43、205～206、1990

研究資料 (Note)

新しい森林像を求めて

—1991年9月、台風19号による森林被害調査報告に対する寄稿意見の抄録—

諫 本 信 義

Search for new status of forest

—Resume of opinions contributed to a survey of the
damage caused by the Typhoon No. 19 in Sept. 1991—

Nobuyoshi ISAMOTO

要 旨

1991年9月に襲来した台風19号は、近来まれに見る超大型の風台風で、九州中・北部を中心として、中国・東北地方にまで及ぶ広い範囲で大きな森林災害をもたらした。筆者らは、この台風19号による森林被害について、大分県下の災害データをもとに解析を加え、1992年8月、「大分県林業試験場時報」第18号として刊行した。この際、大学・研究機関・林業経営者等、林業に関わる多数の人達から92名の方を選び、台風被害を契機とした森林のあり方についてコメントの要請を行った。このうち28名の方々より丁寧なコメントを頂戴した。このコメントは、台風に対する森林のあり方にとどまらず、これからの森林のあり方まで言及された示唆に富む貴重なご意見、ご提言が多く見受けられた。これらのご意見、ご提言は、今後の復旧やこれからの森林のあり方を考える場合、極めて貴重な資料となると判断されたため、コメントを寄せられた各位の了承を得て、ここに広く江湖に供覧することとした。

I は じ め に

1992年8月、筆者は高宮と共著で「1991年9月、台風19号により発生した大分県における森林被害の要因解析」（大分県林業試験場時報、第18号）を上梓し、全国各林業関係者に配布した。

この台風19号は、すでに周知のとおり、県下にあつては、史上空前とされる大森林災害をもたらした。その被害の驚くべき甚大さに直面し、筆者は、たとえこれが数百年に一回という確率で起るものであるとしても、これを単なる一過性のものでして処理するには強い抵抗を覚えていた。森林に、森林をとりまく環境に何かが起りつつあるのでは……、台風禍はその一つの前ぶれ、警鐘ではないのかという思いが、筆者の思い過ごしかもしれないが、頭の中から離れなかった。これを一つの契機として、これからの森林のあり方について、改めて問い直す時機に来ているのではないか。そういう思いが強く去来するのを覚えていた。自分の考えだけでなく、もう少し多くの人々の未来の森林に対する考え方を、方向を知りたいと惨憺たる被害森林の調査を実行しつつその思いは日に日につるばかり

であった。

1992年8月、ようやく前述の報告書が刊行の運びとなった。この刊行を機に、かねての念願を成就すべく、大学・研究機関・林業経営者等、面識の有無にかかわらず、92名の方を選出し、報告書と共に次の手紙を認め、コメント要請を行った。

平成4年8月 日

様

大分林業試験場 育林部
諫本 信義

時下、残暑の候、貴職におかれましては、ますますご健勝のこととお慶び申し上げます。

さて、すでにご周知のとおり、昨年秋に襲来しました台風17、19号は九州北部を中心として、広く日本各地の森林に史上類例のない被害をもたらしました。

当大分県におきましてはこのほかその被害は大きく、全国最大という不幸な記録をこうむってしまいました。予想だにできなかった大災害に遭遇し、はかりしれない程の大きな衝撃を受けた私どもは、なすすべもなく茫然とした日々を送っておりましたが、こんなことではいけないと気を取り直して調査を開始したのが昨年11月のことで、この度ようやく報告書として上梓することができました。まとめ終わった段階でやっと、今回の台風禍について少しばかり冷静に見ることのできる余裕ができたのを覚えております。

今回の台風による森林災害は、長い目で森林のあり方をとらえた場合、やはり一つの大きな警鐘であったという気を強くしております。70%を超える高い人工林率、その中で80%を超えるスギ林の偏重ぶり、広大な一斉単純林の造成、自然条件にめぐまれた旺盛な成長量と経済性追求より生じた高密度管理等々、自然環境や生態系を軽視し、経済効率を重視した結果が被害を更に大きくしたのではと考えられます。今回の台風はこれまでの森林のあり方を見直し、新しい山作りを考える上で大きな意味を持っていたのではと痛感するところです。これを契機としてあるべき森林、めざすべき森林のあり方が大いに論議されていいのではと考えられます。

昨年11月中旬のことであります。実際に現地に入り調査を行なってみますと、被害は予想されたよりもはるかに大きく、これからの復旧の困難さが思いやられました。被害現象の解明をはかるべく、いくつもの要因を用いて解析を繰り返してみましたが、なかなか判然とした答を導きだすことができませんでした。自分自身の解析能力の不足は勿論のことですが、常識を超えた風の強さ、恣意性が現

象解明を困難にしたようです。

何はともあれ、ようやくのことで台風被害調査報告が出来上がりました。拙論ではございますが、一部同封いたします。よろしく御笑覧の程お願い致します。

ところで、貴職にお願いがございます。今回の台風禍に対して、そうして、今盛んに論議されております環境問題も含めまして森林のあり方、望まれる森林の姿について、どうか貴職の豊かな専門知識に基づいたコメントをいただけないでしょうか。貴職を始め、斯界の多くの方々のお意見を賜ることにより、私でもは新たな森林づくりの方策をさぐりたいと考えております。

どうか主旨御賢察の上、よろしく御協力の程お願い致します。

追伸

皆様からいただきましたコメントにつきましては、今後の復旧造林の貴重な資料として有効に活用させていただくつもりです。多数の貴重な御意見が収集された場合、これを取りまとめ再編集のうえ、当场刊行物として公刊することになるかもしれません。その節は、どうか御了承の程よろしくお願い致します。

この結果、28名の方々から返事を頂いた。このうち、5名の方の返事は、報告書送付に対する礼状であったため、正式のコメントは計23通となった。以下この23通について、アイウエオ順にその抄録を掲載する（敬称略）。

Ⅱ 抄 録

○有永 明人（山形大学農学部教授）

* 筆者注、有永氏より、報告書送付の礼状と共に、下記の文献の同封があった。大変貴重な報告であり、ご一読をお勧めしたい。

- 1) 有永明人：近代林学と森林施業—地球環境と森林資源問題をめぐって—、季刊、科学
と思想、第81号、258—293、1991
- 2) 有永明人：台風19号森林被害の意味するもの、月刊アドバンス大分、5月号、20—
25、1992
- 3) 月刊アドバンス編集部：今世紀最大の災害—森林被害地視察の有永教授に聞く—、
月刊アドバンス大分、6月号、12—18、1992

○飯塚 寛（宮崎大学農学部教授）

この台風被害につきましては、これまで新聞報道及び週刊誌のグラビア写真等で断片的に承知するのみでしたが、このご労作によって初めて数量的にその全貌を知ることができました。改めて、被害の深刻さを痛感する次第です。

せん越ですが、拝読しながら気がついた点を以下に申し上げさせていただきます。

①被害率について（P 9「4.解析方法」の1行目）

ここでは「被害」が「被害状況（被害形態、被害率〈本数割合〉）」（P 9.表—6のすぐ下）として用いられ、「被害形態」は「2.被害の形態」（P 1 4.）に記述されています。

本数割合（Y）はプロット内の3種類の被害木本数の和による「（根返り本数+幹折れ本数+幹曲りor幹傾き本数）/全樹木本数」、あるいは表-8（P.15）に示されるように、分子を細分してそれぞれ「根返り本数/全樹木本数」、「幹折れ本数/全樹木本数」、「幹曲りor幹傾き本数/全樹木本数」のとされている内のどちらによって記述されているのでしょうか。

「被害率30%以上の……風倒木の倒伏方向を調べた。（表-7（P.11）のすぐ上）」の被害率は風倒木だけの本数割合が30%以上という意味でしょうか。

②林縁木について（P.16「3. 林縁木の被害状況」）

「風害などに対して林分を保護するために林縁に設けた帯状の部分である。林縁の数列の木は側方の光線を受けて下枝がよく発達するから、この部分には枝打ちを行わず間伐を控え目にして、十分に下枝を発達させて、林地に対する日光の直射と常風の当たるのを避けて土の乾燥を防ぎ地力の維持を図り、かつ風景に対する保護の作用をさせる」というのが林衣（shelter-belt, Waldmantel）の定義です。（日本林業技術協会編：林業百科事典）。

失礼をも省みず、ここに林縁木の林学における常識的な定義を掲げましたのは、私の読み方が誤っているかと存じますが、表-9の説明の中に、「…被害率70%以上の調査地における林縁木の被害状況…」とありますので、ご労作のいう「林縁木」は「半径20mの円形プロット内の…中心部に位置する林木ではなく…円周に沿った帯状の数列の樹木」と読めるのではないかと考えたからです。もし、そうであれば、ここでは林縁木という用語は避けられる方がよろしいのではないかと思います。

③ 表-11風害要因解析（解析-I）について

表の中で、アイテムX1及びX2（林種及び胸高直径）は、各カテゴリーの区分から想像して、樹高（林分平均樹高）で一括して置き換えることができるのではないのでしょうか。すなわち、林種の「クヌギ等雑」は、他の3カテゴリーに比較して樹高が最も低いであろうことが想像できます。また、胸高直径の「14.9cm以下」が他の2カテゴリーに比較して、同様にその樹高が最も低いであろうことも容易に想像できると考えるからです。このことは、他の条件が同一であれば、物体の倒れ易さは重心の位置の高低によってほぼ決まることに関連づけてよいのではないのでしょうか。

「3. 調査の方法（P.9）」では縦方向の量として樹高、枝下高（及び 樹冠長=樹高一枝下高）が調査項目として挙げてありますので、それらの測定値から派生的に樹冠長率等の相対量の算出が可能であり、もしこれらが試行錯誤的に説明変数として要因解析の中に組み入れられる場合、もっと鮮明な傾向を窮わせる結果が導かれるかも知れません。

突飛な連想ですが、F-1レースの車の形状を考えます。車体の幅を狭めるのには、高速走行の安定性の点で自ずから限界がありますが、車体の高さは、空気抵抗を可能な限り小さくする目的で、地面を這うように低く作られています。つまり、風との関係では、樹幹の直径方向の大きさよりも樹高方向の大きさの方が重要なのではないのでしょうか。

従いまして、「V考察 1. 樹種と被害（P.32）」の項では、項末の「また、広葉樹類が針葉樹にくらべて耐風性がみられたのは、…林の高さが全体に針葉樹にくらべて低かったことも原因にあるのではと想定される。」という記述が最も理解できます。極端に申しますと、樹種及び品種という定性的な要因は、林分高その他の縦方向の物理量でほとんど置換し尽くされるのではないかと、という感じがいたします。

最大瞬間風速 44.4 m/s (表-1) (時速 160 km/h) は、イギリスの Beaufort の風力階級では「14」に相当します。秒速 $32.7\text{ m} \sim 36.9\text{ m}$ の「12」が $66 \sim 80\text{ kg/m}^2$ の衝撃に換算されますから、台風19号ではそれ以上の力が瞬時に林木に加えられたことになります。

以上、失礼とは存じながら、あれこれと甚だ無責任なコメントを差し上げました。

悲感的な印象を申し上げて心苦しい次第ですが、ご労作の中で解析に組み入れられている8～9種類の要因(表-10、-11及び-12)の中で、林業の施業技術によって些かなりとも人為的に選択あるいは影響を及ぼし得る要因は「林種」、「胸高直径」、「林分疎密度」及び「間伐」です。そして、「胸高直径」、「林分疎密度」及び「間伐」後の経過年数のいずれも生物的あるいは自然的な現象として小→大、疎→密あるいは密→疎、0→多と推移するものです。各要因について、この推移過程のどこかで、あたかも脱皮直後の昆虫類のように、風害に対して最も弱い時期が必ずあるとしたら、その時期に偶然にも重なる台風の襲来はまさに天災そのものとしか考えようがない、という気がします。

* 筆者注：当方の不注意、不備のため、被害率及び林縁木について指摘を受けた。折り返し、下記のとおり回答した。

- ①被害率について……被害率は、プロット内の全本数に対する三タイプの全被害木本数の和の割合です。表-8に示した被害形態(%)は、三タイプの被害木本数の和を分母としたときの、それぞれのタイプの被害タイプの割合を示す。表-7(P.11)の被害率30%の林分とは、プロット内全本数における被害木本数が30%の場合を示す。
- ②林縁木について……調査プロットを含む同一林分での林縁部のことで、円周に沿った帯状の数列の樹木ではない。従って厳密には、調査プロットとは、同一に取り扱うべきではないかもしれないが、林分として連続しているため、その延長線上で同一の取り扱いをした

○井上 明夫(大分県林業研究グループ連合会会長)

大分県の西部・北部を中心に、林業地に大きな被害をもたらした台風19号からやがて2年が過ぎようとしています。激甚災害指定期限が迫る中、現場では一刻も早い復旧を目ざして努力していますが思うにまかせず、その反面、木材は供給過剰で昨年からの価格の暴落から立ち直る気配はなく、経営面でのプレッシャーは強まるばかりです。

このような中からなんとか立ち直り、国内林業が外材や他産業に負けられないようにするには、当面の災害復旧の後まで見すえた長期的な展望が必要です。台風災害の反省をふまえて、これからの山づくりを考えるために望まれる事をいくつか上げてみます。

① 風倒木の利用研究について

現在大量の風倒木が出て、キズ・割れ材が市場に氾濫し、値を下げています。そして、風倒木の出材が止まれば値をもどすだろうと言われていています。しかし、正常に見える林分もかなり痛めつけられており、いつまた災害がおこるか予断を許しません。そのため、集成加工等による風倒木の積極的利用の研究が必要です。現在の状況が延々と続くと仮定した上での試験研究が、復旧後の林業体質の強化につながると思います。

② 復旧造林の樹種について

台風災害により、スギ・ヒノキの一斉林に非難が集まり、広葉樹が脚光を浴びています。

確かに尾根スジに広葉樹を残したり、スギ・ヒノキとの混植もある程度必要です。しかし、広葉樹についての各種調査をみると、有用材の森林をつくる樹種としては、やはりスギ・ヒノキが群を抜いています。育林体系や販売ルートが確立していない広葉樹の導入は、「遊び」（それも必要ですが）として考え、あくまでスギ・ヒノキ中心の施業にならざるを得ないと考えます。有用広葉樹の研究をしつつも、スギ・ヒノキを中心としてとらえ、林家は災害復旧中も従来の育林作業をおこなうようにしなければなりません。

③ 林業作業者の後継者問題について

山林の作業に関しては、労働条件の問題と同時に、林業に対するイメージの問題があります。そのどちらにも関ってくるのが機械化です。機械化のためには基盤整備が不可欠ですが、それらが成されれば、コストダウンは自らついてきて、労働条件も向上できます。最近急速に導入されつつある大型機械をなんとか日本の地形にあうように開発していく事が望まれます。それと同時に、林家も積極的に基盤整備を進めなければなりません。そうした上で、普及・研究機関と民間が一体となって若者にアピールする、「職場としての林業」のPRを行って行くべきです。

問題点をあげはじめるときがありませんが、林業は本来、ロマンのある産業です。しかし、大変長いサイクルを必要とするので、一度つまづくともとにもどすには大変な労力と時間が必要です。なんとか将来への希望を見だし、やる気を出して、根気強く取り組んでいきたいと思います。

○石原 猛志（石原林材取締役）

私の日出雲山林でも19号が裏側を通ったため、少々の被害を受け、台風によって揺られた林木は更に冬期雪に依る被害を受けました。昭和55年に豪雪による雪害を受けました。過密林分の間伐手入れ不足林分が、この雪害を受けて居ります。

適切な間伐に依って林床に陽光が入り、下草、灌木が発生しますと林分の地下構造は、上部草系の根、下部は、灌木・杉・桧etcの根の二重構造となって居ると想像されます。そのため、少々の風や雪で倒伏（根返り）はしません。林床が裸地状態で浸食気味の林地では杉・桧etcの根も露出して枯死かかっているため、土の把握力は減退していると考えられるため、僅かな風や雪etcで根返りするのは当然です。55年の豪雪で間伐の必要性、林床下の二重構造の必要性を教えられました。が、未だ充分でなく被害を受けました。

①台風の被害状況

25～30年生の林分に幅1.8mの作業路を開設、間伐1年後で尾根の突出部、谷の最奥部で被害が生じています。多分、風のかたまりが当たった場所で被害木も1箇所20本～50本でした。

林木は生長致します。林分も変更します。35頁の間伐と被害状況の最後に記載してある「風を考慮に入れて間伐方式………状況的にかなり厳しいものがある。」が、実行せねばならぬ我々森林官の義務であると考えています。

我々は山に対し森林計画をたて、伐期を設定し植林し保育し間伐し、伐期に達したら皆伐し、その跡地へ再度同じ行為を繰り返して居ります。最近では伐期を延ばすことに依って労務不足に対応しようとして居りますが、根本には皆伐作業であり、林分の蓄積重点とした間伐作業であります。

同一林齢の林分では全てそれを構成する林木は、樹高・径級とも同一ではありません。

細いもの・太いもの・高いもの・低いものと相当のばらつきの中に林木はあると思います。すると地下系も相当相違があると思います。健全な林分とは、地上部にあっても地下部にあっても平面的でなく、立体的に複雑な形態が自然に対して強い林分といえるでしょう。針・広・混種・異齢林型 etc、色々と考えられる事と思います。が現実にはこの様な林分を直ちに造成することは不可能なことです。風に対して今出来ることは、弱度の間伐をくり返して行うために、幅の狭い作業路を低価格の費用で開設することが第一ではなかろうかと考えて居ります。

間伐するために線を張る架線架設作業は（タワヤード方式を含めて）、その架設作業費が分母となるため1本の間伐は不可能なことです。作業路の開設は一時開設費を要しますが（100円/m）、後は維持費が少々使用時期に必要とするのみです。1本の市場性ある林木でも間伐は経済的に可能となります。この作業路での林内作業車を使用した作業方法は、昔われわれの先輩が行って来た木馬道・木馬作業です。

山に向って少量づつ毎年、間伐を実行することは、健全な林分を育てることであり、収益性のある林業でもあると考えています。

○宇佐美 正昭（茨城県、林業経営）

扱て、台風被害の調査研究報告お送り頂きありがとうございました。事業の存続に関係する様な被害を受けた方々に御気の毒としかいい様がありません。さぞかし大変であろうかと。まして林木の単価が最低になり、復旧の賃金が最高になっている現在、理論的には林業という事業は成立できない所にいます。それでも、やる方々に私は脱帽して最敬礼をします。国の法律は、そんな事業を不可能にさせる法律になっています。それでもやっている皆様に脱帽をします。法律を変えるという事は、私の人生の中で努力はしましたが不可能に近い。自然の「力」は致し方ないとしても、人間がどうにでも出来る法律がです。せっかくお送り頂きました研究報告、完全にはまだ見ておりませんが、気がついたことを「メモ」に書いておきましたので御笑覧下さい。

長さん（注1.）の200年近い山も、あの状況からは存立は出来なかったのではないかと考えています。小石原（注2.）のあの大木林はどうだったのでしょうか。長さんの山よりは木足が遠かったので壊滅的ではないと思うのです。それでも更新の時期にきていたので、択伐で更新に一部入っていたらと思うのですが（伐根の状況から）。

日田には何回か行って見学させて頂き、販売の点で市場の競争等、長さんの長伐期の山を見せて頂き、大木の調査の為に御地を何回か通りました。

〔メモ〕

1. 林縁木について（写真5）

- ① 林縁木の左下の状況より舗装道路の様
- ② 杉でも同じ結果であり、杉の方が強かったかも知れない。
- ③ 根株は道路の側に支持根が発達している点。
- ④ 枝は道路側に太い枝と量・本数とも多いはず。
- ⑤ 林分全体では密度は高くても、林縁木の根株・枝は林分密度の半分位に考えてもよさそう。
- ⑥ 高山のカラマツ林で枝が水平についている（風の抵抗を弱くする為）。
- ⑦ 3列位が被害がない様なので、この写真は貴重。林分密度の管理を教えている。

- ⑧ 九州一般では挿木造林が普通なので被害を多くしたのではないかと。林木の経済的管理には挿木は非常に有利であるが、根の発達が生苗よりかなり悪いので、根株の発達をうながすには林分密度をさげてやらないと貧弱な根株となり、何かあった時に壊滅的打撃を受ける。私の地方は、大部分は生苗である。
- ⑨ 掘り起こすまでもないと思うが、道路側の根は太くて細根はないと思うが、確認しておいたらと思う。
- ⑩ 林業関係には風洞実験設備がないが、単木であの位の根株・枝でどの位の風に耐えるのか、本当は知っておいた方がよい。
2. スギ品種「リュウノヒゲ」について（写真4）
- ① 木肌が非常によい。木が丸い。根株の状況が分らないが、結構よい根株をしているのではないかと。
- ② 林分密度も適度に間伐がなされている様子。
- ③ 見たところ、30～40年位の木かな、枝打がなされ枝がどの位ついていたか、現地が谷底の様な感じ。風がどの様にふいたのか、周囲の被害状況から耐性があるとすれば遺伝的に考える必要がありそう。材質がよければ、私はとりあげたい。製材丸太・暦丸太等にむいている感じ。
3. その他
- ① 九州では択伐している林が少ないかもしれないが、屋久杉の様な高さがなくて太くなる木が台風銀座には必要なのではと思う。
- ② 大阪さんの屋久杉の生苗の山が今回どうなっているかも見ものであり、将来確認しておきたい（熊本県）。屋久杉の様に単木的にでなく、密植造林なので今回被害が出てないとする、品種の効果かも知れない。現在40～45年位の林のはず
- *筆者（注1） 日田市屈指の山林家（当主、長功氏）で、宇佐美氏の視察した200年生のスギ林の台風19号による被害は、150本中6本で4%の被害率であった。（長哲也氏談）
- *筆者（注2） 小石原行者杉と呼ばれる林齢300～500年生のさし木林分は、全体で727本の本数が残存していたが、そのうち台風19号により111本、被害率にして15.3%が被害を受けた。但し、被害は胸高直径50cm以上の大径木に多く、被害材積1,471m³（単木平均で13.3m³）となっている。（日田営林署からの聞きとり調査）

○大橋 和子（日本林業経営者協会婦人部副会長）

平成3年秋の台風17号・19号は、御地九州を中心に森林に大きな被害をもたらしました。私共の森林も、風の通り道は被害にあいましたが、全体的には少でした。台風による森林災害は、おっしゃる通り長い目で森林のあり方をとらえた場合、一つの大きな警鐘であったというご意見には私も同感です。

経済最優先の現代社会で、林業経営のみが高い理想を掲げて、環境を第一に考える施業を行うという事は所詮、無理な事でしたが、このような災害を教訓として過去の林業技術

を見なおす事は意義ある事と思います。

何分にも経験も浅く、学問も少なく、ただ実際に家業としての林業に携わって来ただけの私に、先生からの問いに正しいコメントが出来るとは思いませんが、「研究時報」第18号の読后感想と、私の今までの体験を加えたお答えを別紙にしたためました。誤認やまちがいもあるかと存じますが、その点は容認をお願い致します。

まず、台風の被害調査をみて感じた事は、

- (1) 樹種・品種により、かなり差があること。
- (2) 胸高直径

林齢の高い林分(直径の大きな林分)に被害が相対的に大きかった。胸高直径22cm以下の林分では、被害が小さく、15cm以下の林では更に被害は軽微であり、22cm以上の中目や30cm以上の大径材では被害は増加、材質強度の面で高い安定を示す高齢木で被害が多いという事は、林業経営上では問題が多い事だと感じた。

樹齢と耐風性の関係は、壮齢のとき最も強く、壮齢を過ぎると弱くなり始めて、老齢になると非常に弱くなるとされる。原因として、根系の発達に衰えに対して地上部の成長が続くこと。林木は、上部が偏となって不安定を増すからである。と、説明されているが一律にとらえるのではなく、樹形・林分の状況から吟味しておくことが必要である。と、記されている。

老齢になると、耐風性が弱くなることは理論的にも理解出来る。現実の問題として、民間林業ではなかなか老齢まで伐らずに置くことは、経営上、困難な事が多いが、もしその困難を克服して老齢木を所有した場合は、その立地条件をもっともよい場所に残す事を必要とする事が理解できた。

- (3) 林分疎密度

疎な林分より密な林分で被害は高くあらわれ、高密になるほど高くなる傾向である。に対して、間伐の正しい施業がここでも必要であることがわかる。

即ち、過密林分では根の発達もいちじるしく困難である。健全な成長をするためには、その時期に適正な立木本数があればよく、同一面積に無理に多くの立木があるのは、どの面からみてもよくない事がわかる。

- (4) 間伐履歴

間伐後1～2年経過した林分で被害が最も高かった。これに反し、間伐後5年以上経過した林分では被害が小さいことを示した。このことは、間伐後は林分のあらゆる事に変化即ち、影響があることがうかがうことができる。

間伐後1～2年経過した林分で被害が高いという事は、間伐による変化がまだ消化されないうちに台風が来たという事で、このような事は、その為に適期の間伐をやめる事はできない。実施しないと過密林分を造ることになる。

- (5) 地形

最も被害が抑制されたところは、地形横断面において最も大きな突出を示す大凸地である。ついで山腹の凹地、山麓であった。被害が相対的に高かったところは、緩傾斜な尾根台地及び谷筋、大凹地であった。凸凹の小さい平衡斜面では、スコアの値が0に等しく、風に対して中庸の耐性をもつ地形であることがうかがわれる。とあり、地形的な考察がなされている為、今後の針葉樹の植栽地に応用できる貴重な考察である。

- (6) 斜面方位

この斜面方位における偏相関係数は、他の要因項目のそれよりも高い値を示しており、このカテゴリーにおける耐風性の強さは、今回の台風において最も効果的であった。逆に台風に対して耐性を欠いた斜面方位は、SE・SW・NW・Wの4斜面方位であった。被害度の高い斜面方位が多くみられたのは、風の吹き込む方向に地域や地形によってかなりズレがあったためと記されているが、台風という現象をよく観察され貴重な意見であると感じた。

(7) 地形閉閉性A及びB

ここでは内容的に南・西側ともに保護山体のある場合、被害は相対的に軽減される度合いが大きく、保護山体の効果が顕著である。これに反し、南・西とも開放された地形では、風の影響をもちに受けて被害が著しい。風に対して脆弱な地形となる。西側のみが保護され、南側が開けた地形もかなり被害が高く、これに反し南側の保護されている地形は、比較的被害は小さかった。このことから、保護山体の効果が大きいことがわかった。

(8) 土壌深さ

深い土壌深で被害が最も小さくあらわれていることは学識的で納得しうが、最も浅い土壌深よりも中庸の土壌深で若干被害が出やすいというスコア表示の解釈としては、浅土層のところは地形的に突出した大凸地等によく出現する。これらの地形では土壌瘠悪で乾燥傾向が強いため、逆に根系の著しい発達と樹形の矮性化が生じる。これが結果として耐風性を増し、このようなスコアになって現われたのではないだろうか。と記され、植物も条件が悪いところではなんとか強くなり生きのびようとする力が、自然に備わるのであろうか。考えさせられる事が多い。

(9) 樹種・品種の事については、九州の地域は品種に対する認識の高い地域である。しかし、台風に対しては、品種間の耐風性の差異はごく一部の品種を除いて少ないのではないかと。

ヒノキは、ヤブクグリ・アヤスギの二品種群に比べてやや耐性があるものとされる。今回の台風における針葉樹の耐風性は概略、アカマツ>ヒノキ>スギと並べられそうである。クヌギをはじめとする広葉種目はこれら針葉樹よりも明らかに耐風性のあることが認められたとし、クヌギ被害林の平均被害率（本数割合）は、12.7%、その他雑木は15.3%であり、スギ林の50.9%、ヒノキの46.1%、アカマツ林の37.3%にくらべ明らかに低く、その耐風性は針葉樹に比して強いことが認められた。広葉樹類が針葉樹にくらべて耐風性がすぐれたのは、根系発達の違いや樹形・樹冠構造の相違等考えられるが、一つには林の高さが全体に針葉樹にくらべて低かったことも原因であると、明解されている。

以上、要点のみを列記したにすぎないが、実際に山づくりをする場合数十年、あるいは100年に1回といった災害に考慮した施業を求める事は、多少の無理が生じることは覚悟で理想的な山づくりは如何という事になれば、現代のような経済最優先の生産性のみを重きを置く施業ではなく、広葉樹も含めて災害にも強く環境にも良いという事になれば、尾根すじの土壌の浅いところは落葉の広葉樹又は、マツを植え、谷すじはスギ、部分的にはスギ・ヒノキ混植の部分もあって又、帯状に広葉樹を残し（伐り跡に植栽しなくとも広葉樹の造成の可能な林地もあるであろう）て造林する。又、防風効果の高い地形では特に、広葉樹を配置すべきである。100%スギの植栽の反省も、これを機会にしなければならぬ。

研究機関も今後、広葉樹の仕立方に適正な指導をお願いすると同時に、我々林業者もお

おいに考え方を変えて、健全な山づくりのための樹種の選択・適正配置・適期間伐作業を実施する心がけは、今も昔も変わらないことをあらためて認識した次第である。

○大庭 喜八郎（筑波大学農林学系教授）

貴県内の台風による森林被害の数量化Ⅰ類の手法による要因解析につきましては、貴報告に記述されていますようにこれ以上の精度の向上はむつかしいものと思われまふ。それは各調査ポイントでの被害の主要因の風の風速、集束・拡散、風向、継続時間等に関するデータが全くできないためと思ひます。これは森林の地位指数計算にこの数量化方式を利用する場合との最も違ふ点でしょう。それが地区別の計算したカテゴリーのスコアの不一致に現れていると思ひます。それにしましても地区をまとめた総括表での大きな傾向は確かなものと思ひます。スギの品種による根返り率、折損率の違い、またリュウノヒゲの被害率が低かつたことなど不幸中の幸いの貴重な情報だと思ひます。これらの違いの要因の解明が今後の一つの課題でしょう。

与えられた宿題につきましては、別紙のような愚見をまとめました。

〔今回の被害、森林のあり方等についての意見〕

貴報告の図-2、表-3の被害実績を見て慄然としました。確かに数百年に1回の危険率といわれまふように、台風19号が異常な風台風であったことが最大の要因であり、森林・林業経営的な通常的手法での防衛策には限界があると思ひました。確かに収量比数(Ry)、間伐の有無と経過年数等従来からいわれていましたとおりの結果でした。しかし、被害ができればそれが問題となり、対応策を検討せざるをえないわけではなかつた。

国、企業、個人が営利を目的として森林・林業を営む場合、収益に対する期待と予想被害の回避のための投資（支出増あるいは収益減）、また施業方法の変更をどのように見込むかは、研究としては答えがだせるとしても、経営の場での実行となりますと、それこそ意志決定者の問題となります。

遠くは洞爺丸台風による風倒被害、数十年間におよぶ松枯れ被害、頻りに生じる冠雪被害、また潜在的な被害と想定されまふスギカミキリ、スギノアカネトラカミキリ、ヒノキカワモグリガ、ヒノキの樹脂胴枯れ病の被害等、いつも後追いな論議が交わされ、その内に静かになります。それは被害発生将来予測について、学術情報の蓄積、予測技術の不備が大きな要因と考えられまふ。

今後、数年、数十年さらに数百年単位の危険率とその予測被害の程度等を勘案し、種苗・育林保育的作業～森林保健、国の災害救済等の対応策について総合的な手順の決定が必要と考えていまふ。

〔森林の被害発生将来予測研究の促進〕

森林の病虫獣害、気象害等の災害に関する研究の最終目的は、被害の予測とそれに対処する制御方策（種苗、適地選定、保育、予防と防除、被害木の利用法等）にあるように思われまふ。わが国の森林被害について、この点どのような大方針のもとで収録されているのでしょうか？ 以前、林野庁から「森林病虫害等被害報告」が年度毎に刊行されていまふましたが、何時の頃からか記憶していまふませんが、残念ながら刊行が中止されていまふ。最近入手したアメリカ、カナダの病虫害被害調査関連の報告書によれば毎年の被害発生状況を記録、地図化が行われていまふ。そしてこれらのデータベースが作成されているものと推測されまふ。

このような記録の収集・保存とその利用は長年月と多くの労力を要し、到底個人的また一つの研究室単位の人数では対応が困難であります。林野庁、森林総合研究所、都道府県の研究機関の共同・連携作業が必要です。かつて、林木育種事業関係者は地域林木育種事業の計画立案の基礎資料として不十分なながらも「造林阻害要因の地図化」を考えました。森林における薬剤防除の環境への悪影響、また生産品の価格と比較した薬剤防除（生物薬剤を含め）の経済性の点から、将来とも森林被害の薬剤防除は緊急避難的なものに限定されましょ。う。そうであれば「適地適木」を広義に解釈し、病虫獣害までを考慮した「適地・適木・適施業（針広樹種配置、樹種混交をも含めて）」の考えでの森林の管理、経営が必要になるものと思われます。

現在、問題となっているスギカミキリ、スギザイノタマバエ、ヒノキカワモグリガ、ヒノキ樹脂腐朽病等、今後頭在また潜在的な被害要因について危険度（成林上、また収益の安全性の上から）を予測できるようなフィールド研究と研究情報の蓄積のための産学官の協力の仕組みを案出・実行することが緊急課題と思われます。

森林と環境保全につきましても、総論的には回答がだせても、個別林家、地域林家集団の経営意志をどのように調整し、実行するかの問題に直面することになります。そのためには、やはり、森林の環境保全効果についてのフィールド研究面での国、都道府県の強力な指導と民間の協力体制が必要になります。

ご参考までに、下記の論説の別刷りを同封いたします。

大庭喜八郎：林学研究から林業技術への道 一品質管理システムによるフィールド研究の推進— 林業技術 565:2-7、1989

○黒木 晴輝（元鹿児島大農学部附属演習林教授）

これまでの森林に対する施業において「物質的・経済的追求の場」としての認識にとらわれ過ぎての自然林の激減と単一樹種による広大な林地造成は、環境科学の面から何処かで森林との付き合い方を間違っていたのではないかと考えております。20世紀は物作りが最優先していた時代だったと言えまそれまでですか。

地球レベルでの環境サミットが行われる今日、森林のもつ公益的機能の重要性が見直され認識されつつあるとの考えのもとで、森林については超長期的視野でその取り扱いを適正にしなければならぬことはわれわれ森林にかかわる者の最も重要な課題であると痛感しております。

具体的には下記のようなことを考えています。

スギ・ヒノキ林の育成は、よほど恵まれた地利・地位の場所でないとな経済的に成立しないとの認識のもとに、「人工林として経済的に成り立つ面積は、路網の整備拡大で広がる可能性はあるが極めて僅少であると推考できる……10数年前の森林経理学教室学生の卒論によるものであるが、高隈演習林〔3,100 ha〕の航空写真に基づき分析した結果、その当時にスギ・ヒノキの人工造林で経済的に成立可能な面積は〔600 ha〕との結論になっている」超長期的視点からスギ・ヒノキを主とする経済林と自然林との配置を調あるものにするのが肝要であろう。このことは一朝一夕に出来ることではなく、極めて困難なことだと思ひますが、少なくとも峰筋とそれから市町村に管理が委託されている河川筋には鳥類等が住める幅50m以上の広葉樹林帯を育成保護すべきだと考えています。河川筋の保護樹帯の必要性を意識したのは台風の常襲地であった当演習林での経験による。

このことはまたそれぞれの流域における人間生活に欠くことの出来ない水資源確保の観点から森林管理者は社会的な責務として当然考えておかなければならないことだと想います。

〔広葉樹林の育成〕

広葉樹林の育成、特に常緑広葉樹の育成技術については試行錯誤が行われている最中で、技術的に確立されているスギ・ヒノキ林の育林にくらべ大変難しいと考えられる。……昭和45年頃、コジイの苗木を養成し、スギと同じ方法で植付けましたが殆ど活着せず失敗しました。その後タブノキ・アカガシ・シイ類等についてもポット苗作りなど試行しておりますが、植え付け時期は水を吸い上げる力がついてから植え付けた方が成績がよく、根の乾燥には特別注意しなければいけないことがわかってきました。しかし、まだまだ苗木育成方法・植え付け適期・直播造林・野兎の食害対策などなど解明しなければならない問題が山積しております。

また、自然林の構成樹種について、常緑広葉樹林では、純林に近い相林を呈しているものはシイ類ぐらいで、他は多様な樹種の混成林であること。落葉広葉樹林ではブナ林など単一樹種からなる美林があること。人工林については、クヌギ・コナラ・ケヤキなどの落葉樹では成功しているが、常緑樹ではクスなどの造林地はあることはあるが、幼齢期はまあまあとして林齢を重ねるに従って老衰現象を呈しているところがある。……当演習林の調査簿によると樹種クス、面積2.16ha、林齢65、直径12、材積203の状況で、他の1ヶ所は消滅している。自然林の中に混じって散立しているクスなどは健全でよく成長している。

このような自然林の実態から常緑広葉樹の単一樹種による一斉造林は危険で、その地域地域で健全な成育をしている樹種を混植するほうが好結果がえられるのではなからうかと考えています。樹種としては、常緑樹アカガシ・イチイガシ・コジイ・マテバシイ・タブ落葉樹クヌギ・コナラ・ケヤキ・カエデ・ハリギリ・ユリノキなどが良いのではないかと考えています。常緑広葉樹は、植え穴を掘り種子を埋め込む取り播き方法も試みる価値があると想っています。落葉広葉樹は、それぞれの樹性に応じ適地を選び、風致林育成面も含考しその配置を考えることも肝要であろう。

広葉樹林の育成には莫大な資金を必要とし、長期にわたり経済的効果は殆どありませんので、水源の森基金（福岡県）のような制度の創設や、林業に関わる補助金制度の改善など育成資金の調達方法を積極的に迅速に進めると共に、劣悪化している労務対策として強力な組織作りや航空機を含む機械化など、地域ぐるみで計画することが重要と考えます。実行となると至難な問題が山積して、実施困難な実態はよく理解しておりますが、出来る事から実行されることを期待しています。御健闘を祈願しております。

○熊崎 実（筑波大学農林学系教授）

小生は台風直後に熊本県に話しに行き、小国地方に寄って被害状況を見せてもらいました。その被害の大きさに本当にびっくりしましたが、それと同時に森林経営を考えるとき風対策が重要であることを痛感した次第です。

提案されておられるように、災害のひどかったところは風の通り道と考えて、風に強い森林を造るべきだと思います。以前から長伐期を推奨してきた手前、風害は大いに気になるところでして、伐期をのばし得る場所や森林の構造について研究の必要性を感じています。

○小林 富士雄（元農林水産省森林総合研究所長、日本
林業技術協会顧問）

昨年の大分の台風災害については、直接見聞された方々から話をうかがい、且つまた、貴報文に接し、一林業技術者として今更ながら事の重大さに想いを致しております。

小生、昨日チェコスロヴァキア技術協力班調査（2週間）とこの機会を利用してユフロ創立100年祭大会（ベルリン、1週間）から3週間ぶりに戻ったところで、やや時差ボケが残り、お役に立つような適切なコメントが出来るかどうか頼りない状況ですが、多少述べさせていただきます。

欧州とくに中部欧州ではご承知のとおり、酸性雨等汚染降下物による森林被害がここ十数年来の大問題ですが、さらには風害がかなり広範囲かつ強度に起っており、これに加え異常な旱魃に襲われ森林被害が続発しています。これら諸被害、とくに大気汚染と風害は、Norway Spruceに多く、最近ではNorway Spruceのmonocultureが被害拡大に関係しているという考え方が支配的になってきております。欧州各地でこの声を頻りに耳にしましたし、今度のユフロ大会の発表でも同様の議論がありました。Norway Spruceの造林は100年以上前から盛んに行われ、収穫期の森林が被害をうけて林業経営に深刻な影響を与えています。

日本のスギ一斉林の風害は、欧州の例と根本において共通していると思います。日本のスギ拡大造林は主として戦後のものでSpruceの半分以下の樹齢ですから、日本は一斉造林の問題点をより早期に経験した訳で、考えようによっては欧州より良かったともいえます。経済主義からの一斉林造成による森林経営が破綻を来すことは、この風害が教えてくれたというご挨拶状でのご指摘はその通りと思いますし、これは世界共通の原則でもあることをNorway Spruceの側からも学ぶことができます。

以上、思いつくままの感想でご返事にかえます。

○佐藤 大七郎（元東京大学農学部教授）

台風被害についての御報告有難うございます。これは、是非やっておいて頂かなければならない仕事です。事態を冷静にうけ止めて、一つの実験として取扱うことが将来のため必要です。それにしても私ごとき老骨くふりがなはポンコツにまで御恵贈いただき恐縮です。

大昔、1950年ごろでしたか、東京大学の千葉県演習林が台風被害をうけて、中村賢太郎先生の作られた杉の母樹別のタネから作った木を植えた試験地が壊滅した時、倒れたり折れたりした木を乗り越えたり潜ったりして直径と樹高の毎木調査を行ったのですが、TVで今回の被害の姿を見る度に当時のことを思い出します。その調査の結果は東京大学の演習林報告や形を変えてSILVAE GENTICAに公表してあります。週末から2週間ほどと来月下旬は不在ですので、取り敢えず未熟なまま感想を述べさせていただきます。

1. 落葉広葉樹林<常緑広葉樹林<常緑針葉樹林という被害の差は林分面積あたりの葉の量の順序と関係がありそうです。葉の量については、むかし、共立出版の生態学講座の1冊にまとめてあります。
2. 広葉樹の太い枝と幹の形の針葉樹との違いも力学的に折れにくさに関係しているかもしれない。
3. 然しながら、最もおおきなものは、サシキスギの造林地は、ある名前の品種をとりあ

げた場合は、「汚れた」クローンあるいはクローン複合体と考えられるとしても、一つ一つの林分を取り上げた場合には一つのクローンで出来ていると考えるべきでしょう。そうすると遺伝的多様性を欠いて、林分内の各単木の成長は均一ですから、個体間の競争による淘汰く自然の間引きくが起りにくく、人間が間引きをしてやらねば、林分はく共倒れ型くに育ってしまい、相対密度がたかすぎて樹高のわりに直径と葉と根の量が小さく、折れ安い、倒れやすい木に育ちます。それに対して、広葉樹では遺伝的な多様性が高いので、個体間の成長差が大きく、自然の間引きがおこりやすいので、樹高の割に直径と根の量が大きく、折れたり倒れたりすることが起りにくいと思われます。このことは、適当なモデルを組めば、電算機のなかで遺伝的多様性をいろいろと変えて実験できると想います。

4. 木材市況その他に起因する間伐の可能性の変動を考えた安全率をいれた上で、適時・適量の間伐が出来る限りの「施業の自由度」く拙著「育林」参照くを考えないで、自然環境からの適地だというだけで単一品種の林をつくることは危険です。この点、2代、3代目くもしあれば、さらに多いくの造林地と、新しく造林した場所の間には被害の差はなかったでしょうか。好況時代にむやみにひろげた造林地に間伐の遅れたための被害が多いといったことはないでしょうか。

30年以上も訪れていない大分の林について勝手なことを申し上げ真下。退役13年の老骨の申すこと、お聞きながし下さい。

○坂口 勝美（元農林省林業試験場長、日本林業技術協会顧問）

1991年9月の台風19号により、とりわけ大分県下に森林の激害がありましたこと心いたむ次第、森林所有者ならびに県ご当局に深甚のお見舞いを申し上げます。

その被害に関する報告は現時点でほぼ出揃ったと思われます。直接現地をつぶさに調査されました諸先生方の報告について、つけ加えることはありませんが、小生の現職時代の風害地視察の経験を想起して、若干の感想を申し上げます。

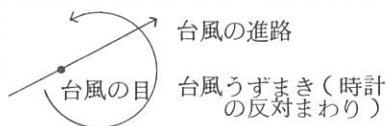
I. 多くの調査報告書を釈迦に説法で誠に恐縮ですが、まず私の手許にある文献から別紙のとおり書きとめました。そのほかにもなお多くの文献があると存じますが、これらの文献は各先生方が、それぞれのご専門の立場からの報告で極めて貴重なものでありますので、それらを総括することは有意義なもので、1991年の第19号台風の被害調査を後世に残すこととなると思ひます。もちろん、これは大変な努力を必要とするものです。

II. 小生の現職時代の感想から

(1) 台風の区分の上から

超大型台風…… 台風が超大型である場合は、力学的・物理的に被害回避の不可能なものの。この場合は、伊勢湾台風で神宮境内地の超大杉木が大被害をうけた現地視察で観察しました。また、風害ではありませんが、関東一帯の雪害の例ですが、私が多年指導した間伐試験と間伐手遅れ地をみて、間伐しても不可避であった例をみております。

大型台風……… 台風の報告は、気象庁の発表による最大風速を示していますが、台風は図のように、台風進路の右側と左側では風速に複雑なちがいが生ずるのでないでしょうか。



なお、超大型と大型といってもその限界は^Ⅱ Iの技術関係^Ⅲの条件の違いによって異なり、現在の科学水準のもとでその限界の線引きをすることは不可能かと思えます。

常風…………… 例えば樹種混交といっても、具体的にどの樹種をどのように配置するかの問題があります。近年、種の多様性を重視する文献がありますが、企業林業の機能を指向するものは、常風抵抗のできる範囲である程度、単純化（抽象的な多様性でなく）は考えざるを得ないかとも考えます。

また、ある先生は林分の配置は林分（小さな）単位でなく広域にわたって考える必要を述べられています。私は各森林所有者がきめ細かく尾根筋（大・中・小を含めて）広葉樹を残す細胞造林がよいのではないかと感じます。

(2) その他

(2)－1 …… 小生が台風直後に吉野の北村様の山を訪ねましたとき、現場の方から台風後の外観健全に見える立木も製材すると“もめ割れ(?)”してバラバラになり、立木価は著しく低下するとの話を聞きました。ただし、これに関し吉野は長伐期でありますので、超大径木は過去に台風にあったと思われませんが、そのような木で“もめ割れ(?)”のないことは不思議に思っております。

(2)－2 …… 高品質材を造る従来の育林技術を常風の範囲でどこまで調和させ得るかに頭をいためます。

* 筆者注：坂口先生より多くの参考文献のリストを同封していただいたが、ここでは紙面の都合上割愛させていただいた。

○城戸 昭太郎（林業経営者、和歌山県）

昨年秋、日本の林業をよくする会の、宮崎県耳川流域研修に参加、あと日南方面にオビ杉を見て回っての行程で、17号・19号の被害の片鱗を垣間見、おりに触れてのテレビや新聞でのニュース以上の実態を知りました。

あれは昭和20年代の後半でしたか、台風の被害を受けてひと谷15haの杉が、見事に壊された苦い経験がよみがえります。この度詳細な調査と考察を今後の林業対策の基礎資料として頂戴いたしましたことは、誠にありがたく厚く感謝申し上げます。

P. 41の写真で杉の被害の型を拝見しましたが、もともと九州系のクローンで作られた林相の美しさを見つつ、従前から若干の不安を感じておりました。純粋な系統のマイナス面がもろに出たようで、雑多な素質のままの実生系統の弾力に富んだ林分形成の大事さを考えなおす必要がありそうです。

間伐の適否についてのご指摘も参考になりました。曆き丸太の植栽に大きな関心がありますが、それらの密植栽培もさることながら、いま一番期待していますのは、桁丸太の作出です。通直完満な杉の40～50尺を枝打ちし完成品までの養生中、かなりの強度の間伐をしなければ製品への時間がかかりすぎますが、枝張り・根張りに要するのが6年という事、弱度の間伐の繰返しが必要ということ等、経験的には判っていることでしたが、こうして数値でご教示頂いたのも有難いことです。

雑誌「林業技術」8月号に、「あの山はどうなった－16」のタイトルで、松浦安剛氏が

昭和9年の室戸台風で蒙った、京都清水寺の後背林の復旧について密なレポートを掲載されています。

非常に乱暴な、かつ林家としてはいうまじき事かも知れませんが、どうしてもこれらの自然現象は起こるべくして起こった、林家の我らが自ずから引き起こした災害であるような気がしてなりません。細かく言及するスペースを持ちませんが、ミクロで見ればつらく悲しい絶望の現象でしょうが、地球のスパンで見れば時間的には有り勝のことでしょうし、人間の厚かましさに對する些かのお咎めかも知れませんが、ですから松浦氏は、自然への回帰をこの1文で強く主張なさっているのでしょう。

以て自戒と致さねばと存じております。

○四手井 綱英（元京都府立大学学長）

有効な解析をしておられ敬服致します。

小生、この所九州をおとすれる機会なく、知っているのは、はるか以前のことで、私達のグループで九州では熊本県の菊池と大分県の由布院付近のスギ・サシキ造林地を調査したことが御座います。その時の印象を申し上げますと、古いサシキ品種はクローンといてよく、例えばアヤスギやヤブクグリはクローンではないかと思っています。新しい品種になると、クモトオシなどはクローンですが、他のものでは単純なクローンとは考えられないものがあります。その結果、クローンと考えられるものの生長は大変個体間の変動が少なく、皆同じ太さ同じ高さで完全な一斉林形に生長します。クローネの大きさ重さまで同一です。私達は、一林分から少なくとも数十本伐って枝・葉・幹などの部分に分けて秤量するのですが、十本ほど伐ってやめてしまいました。ほとんど小さな誤差だけで同大でしたからこういう森林では、私達の言う共倒れ型になり、風・雪害でもある区域が一斉に同じ被害で倒れたり折れたりします。間伐が行われていないと一層共倒れ型が助長されます。これがサシキクローン林の大きな欠点です。

さらに伐を重ねて枝から枝へとサシ穂をとって行くと、樹形がすっかり伐ります。簡単に言うと、枝が細く短かく密生することです。即ち、スギの第何次枝かの高次の枝の性質がそのまま残ることです。実生杉のようにまばらな太い枝は出なくなります。枝打ちをしなくとも樹冠が上部に偏した、密な団子状のクローネになるようです。

従って、間伐をしないと著しく細長になり、風力により写真-2のウラセバルのようにクローネの部分だけとんでしまうようになります。写真-1のヤブクグリは共倒れでしょう。さらに、サシキ杉の根系は大きく育ってからも実生杉とは異なるらしいです。一変掘りあげて両者を比較して見る必要があると存じます。これが根返りにきいているように思います。

雪害の場合は力が長くかかって倒れるので、根返りがサシキ杉に多いという報告があります。根返り的被害、幹折れの被害は恐らく力のかかり方も関係してきて、瞬間に大きな力がかかれば折損が多くなるかもしれません。

ヒノキの浅根性は種の特徴でしょう。林縁木が被害を受けないのは多くの報告があり、一つは形状比が林内より小さいこと、そしてたえず風になれているため根元の形状が林内木とは違う点で、ドイツの古い木にも風の幹の形状に支える影響などが出ていると思います。

一案ですが、今後サシキ杉の単純林ではなく、実生杉（何%混ぜるか不明）との混交

林や針広混交林を考へては如何。また、小さい穴状の被害地には、今すぐ植栽をすと近頃はやりの復層林ができます。私は、比叡山えんりゃく寺の寺有林が室戸台風でやられた跡、そういった所に総てスギ造林をやらせました。今みごとな復層林になっています。

○鈴木 太七（名古屋大学農学部名誉教授）

台風は毎年わが国に襲来いたすのでありますから、わが国のすべての森林は、その伐採までに、少なくとも一度や二度はこのような災害に逢うものとしなければならぬのであります。したがって、このような災害の危険を考へない林業はありえないのであります。

今回のご研究でも、広葉樹や林縁木の耐風性の優れていることのご指摘とか、スギの品種間に根倒れと折損との被害形態の顕著な差異のあることを見出されたこととかは、以前からそのような事実が一部予想されていたことではあります。それが現実に実証観察されたことを、特に興味深く拝見させていただきました。

ところで私はかねがね、わが国では森林経理において、それが場所的な規制を軽視してきたことに疑義を感じている者であります。今回の森林被害は、そのことのマイナスが端的に表面化したものと考えます。貴殿のご書簡によって、林業一般に関する見解を求められましたので、以下に1.2の私見を開陳させていただきます。

(1) 伐採列区概念の必要性について

ドイツを始めとしてヨーロッパ諸国は18世紀ごろから前世紀を通じて、燃料革命によって不用と考えられるようになった広葉樹林を伐採して、モミ・トウヒなどの針葉樹の一斉拡大造林を行いました。その状況は戦後のわが国の燃料革命による拡大造林とほとんど同様なものであったろうと考えられます。したがって、それ以降ドイツの林業に生じたことは、それと類似のことがこれからわが国の林業にも生じて来るだろうと考えられます。その意味で、わが国の林業の将来を考へる上で、ドイツの林業・林学が非常に参考になるのであります。

ところで、ドイツの森林は、それら造林地が一応の成林に達した頃から、強烈な西の暴風によって毎年のように大風倒を経験してまいりました。最近でも小国デンマークの風倒木処分のためEC全体で伐採が一年間停止したこととか、西ドイツは何年間も自国の風倒木の処理だけで計画伐採を行っていないなどということを引きいております。ドイツの森林でも特にトウヒは浅根性の皿状の根系をもつため簡単に根返りしてしまいます。ドイツの森林官はその対策に非常に苦しんでいるようであります。

ところで森林経理の根本原則として、常に時間的・場所的な規整ということが内容を考へずに、決り文句として挙げられますが、後者の場所的な規整ということの実質的な内容は実は風に対する森林の保護と運材の便とを考へた森林の区画とその伐採順序の規制ということであったのであります。そしてその具体的な手段は大面積の一斉林を伐採列区 *Hiebszug* と称する独立な林分群に分け、その各々が林冠と林套によって風から保護されるようにする工夫であります。一つの伐採列区はその内部では外からの風に対して安全に、しかも他の林分に対しては危険を及ぼさないように伐採されることとなります。大面積の一斉林をこのような伐採列区に構成し直す手段がいわゆる離伐 *Loshied* なのであります。拙著、森林経理学には、それに関する簡単な説明がのせてありますので、ご参考いただければ幸いです。ドイツ森林経理学は実は伐採列区の考へ方の上に構築された体系であると言っても過言ではないのであります。

しかるに、わが国では伐採列区という考え方を極めて軽視しておったと思います。従来多くの森林経理学の教科書、例えば吉田正男先生の理論森林経理学にも、一応伐採列区の名称は挙げられてはおりますが、その記載から読書がその内容を知ることはできなかったと思います。実を申せば私自身ドイツに行き始めて「伐採列区はほとんどの場合一林班、時としては二林班を合併して構成される。」ということを知った訳であります。日本の教科書を見ていた限りでは、林小班という森林区画と伐採列区とはどのように重なっているのかすらわからなかったのであります。

そのように戦前から、そして戦後は特に伐採列区という考え方は無視されるようになり国有林の経営規程からも、それが抹殺されてしまったのであります。そうした風潮に対して私が唱えました若干の異議に対して、

① わが国のスギ・ヒノキはトウヒと違って風に強い。

② 台風のような暴風の風向は、ヨーロッパのように一定しない。

などという説明によって無視されてまいりました。しかし、今回の大分県の例だけでなく北海道でも、その他でも毎年のように風倒は発生しておりました。そして提案されたものが、いわゆる保護樹帯であります。しかし、これはあまりに安易な思付きであると思います。それ自身が保護されない残された保護樹帯そのものがどんなひどい害にあっているか、その伐採処分をどのようにするのがここには考えられておりません。このような伐採の秩序立てを考えない保護樹帯もまた誤りだと思えます。伐採列区概念の再検討を提案する所以であります。

今回の貴研究のうち、広葉樹と林縁木が風に強いとの観察に特に注目する理由も、離伐などの手段が、実はそのような風に強い林套を造成することに依っているという事実からであります。そうした見地からしますと尾根筋の広葉樹まで伐採してしまつて、そこまでスギ・ヒノキを植栽したり、林縁木の下枝までを刈払つてしまつて一般の風習は禁止しなければならぬことは明らかであります。

(2) 数量化法による要因解析について

ご研究のうちデータ解析に数量化理論を用いられ「各種の解析を繰返したが重相関係数がいずれも0.67台で一般傾向は把握しうるものの、風害現象を解析するには十分でなかった。」とされておられますが、正直に言わせて貰いますと数量化理論といったものからは、その程度のことしか出てこないのではないかと思います。かつて推計学といったものに過大な信頼と期待がもたれた時代がありましたが、それは一つの幻想だったように思います。面倒な統計的な検定理論をつかつて、そこで立証できるようなことは、生のデータを見ただけで明らかなことだけ、統計理論によって新しく何かが発見できるというものでは無いと思います。統計学の用途はそうした発見のためではなくて、観察されたことから考えられる推定が単なる見掛け上のものではないことを説明するためであるに過ぎないと思えます。したがって、現場での綿密な観察とそこでの因果関係の考察の方がより重要だと考えます。例えばP.43の空中写真のような被害の大局を示すものをもつと見易く図化したものとか、あるいはP.41、P.42のような被害写真とか林縁木の耐風性を示す写真とかが、被害の実態を端的に示すもののように思いました。そのようなものとして8月25日づけ、朝日新聞夕刊にあった平家山国有林の被害写真は、大変良く大風害の実状を伝えております。そうした現場の個々を調査して、行かなければ、森林の取扱いに関する手段は考えられないと思えます。

貴研究に触発されて、いろいろ勉強させていただき、日頃考えておりましたことを、また無遠慮に書かせていただきました。しかし始めにも述べましたように、こうした研究は極めて重要なものでありますから、今後とも一層のご研究を積まれて、わが国の林業の発展にご尽力下さるようお願いいたします。

○只木 良也（名古屋大学農学部教授）

今回大被害を受けたスギの林地帯は、いわゆる皆伐作業による人工林地帯でした。全林木を一回に伐採し、その後に新林分を造成するこの作業方法では、同齢一斉の高木林更新を目的とします。この方式は、作業が簡単で、能率的、機械や施設、林道などの設備投資も効率的、更新後の状況が把握しやすく、保育等の処置も画一的に行えることなどの長所があるため、広く一般に用いられる方式です。

しかしそれは、大量の有機物搬出に伴う生態系の物質循環の攪乱、すなわち上木からの落葉等の有機物供給停止、太陽直射による土壌有機物分解促進による養分流出、土壌構造の破壊、搬出作業による表層土攪乱、土壌悪化による侵食増加、伐根の土保持能力の減退、乾燥害あるいは湿地化、さらに風景破壊と言った伐採搬出及びそれに起因する諸々の障害とともに、一斉林を作るということによる、更新や育成の過程での寒害、乾燥害、病虫害、風害、等の被害が起りやすいことが短所として指摘されてきました。今回は、その一斉林の危険性のうち、風による被害が顕在化した訳です。

皆伐の欠点を除くために、伐区面積を小さくすることが効果的で、小伐区を分散させる方法が群状皆伐作業、これに加えて、側方の樹木の保護効果を期待して、帯状の伐区としたものが帯状皆伐作業です。

今回の被害地の大半は民有林地帯です。ここでは、所有形態が比較的小さいことから、一つの林分単位は比較的小さく、また大所有者の林地であっても施業単位が分散していることが多いと思いますので、いわゆる大面積の一斉林型にはならず、巧まずして皆伐の欠点が軽減されるかたちになっていたと思います。つまり、今回の台風被害は、「皆伐方式人工林」だから発生したというその程度を超えたものであったと考えます。今回の風は、300年来のものとも言われ事実、今回大被害を受けた日田に近い小石原の行者杉が、決して風害に強い林相ではなかったのに300年間健在であったことは、このことを物語るものでしょう。

間伐は、林冠閉鎖完了後主伐に至るまでの間、森林の生育段階に応じて繰返し行われる間引きの伐採で、林木の生育に伴って相対的に高くなる林分の生育密度を、生育段階すなわち林木の大きさに応じて、適正な立木密度に引き下げてやるための伐採である訳ですが、この間伐によって、伐り残される立木の生育を促すだけでなく、諸害に対する抵抗力のある健全な森林に仕立てることも目的としています。

間伐木は販売の対象となり、主伐まで長期にわたる森林育成の中で、中間収入としての意味を持っています。かつては、間伐による小径材も足場丸太や鉾山の杭木、農用材その他に広く需要があり、第一回目の間伐による収入で、それまでの造林保育費を十分に賄えたものでしたが、現在はそれらの需要が無くて間伐小径材が収入源にならず、森林所有者に間伐意欲の減退が見られ、人手不足とも関連して、全国で間伐遅れの危険な林相の人工林を多数見かけるようになってきており、よく現今の問題点として指摘されています。間伐は、中間収入よりもあくまで最終目標の林木の形質と量に応じた保育のための伐採であ

ることを忘れてはなりません。

しかし、今回の大被害は、こうした被害のときによく出て来る間伐手遅れ説も、やはりそれを越えた風の強さの前にはあまり説得力は無いと思います。

皆伐後の裸地を作らず、垂直的に生産層を分けて生産効率化を狙う目的で推進されているのが複層林です。その複層林に風の被害が多いという報告もあるようです。しかしそれは、複層林への移行を急いで、強度の林冠疎開となった林に目立ったのではないのでしょうか。私は複層林施業に必ずしも賛成の意見を持つものではありませんが、今回の被害をもって複層林は駄目という烙印を押すには至らないと思います。もう少し弱い風の中での事例で判断すべきことでしょう。

大分県林試研究時報18号、諫本・高宮報告の「おわりに」に、復旧造林にあたっての留意点が、8項目にわたって記されていますが、何れも同感であります。以下多少私の意見を付け加えさせていただきます。

項目1. 同感です。要点の一つは間伐。間伐がなかなか進まない事情もよく判りますが、間伐の原点「早くから、弱く、しばしば」を出来るだけ尊重して、形状比の小さい、がっしりした単木の林に導くことでしょう。

項目2. 広葉樹が針葉樹より風に強いと一般に言われますが、風の強い尾根筋などにも針葉樹は立つもので、今回の場合は、単に樹種の違いよりは、密立の人工林という林型の問題が大きいと思います。しかし、被害の軽い広葉樹林をよく調査して、スギ人工林と比較しておく必要はいうまでもありません。

項目3.4. 広葉樹尊重は同感です。一頃の、人工林率の高さを誇りにした時代に消えていった広葉樹林のつけが、今回ってきた感じですが。しかし、広葉樹林大事というと、直ぐに広葉樹造林をいう人が多いのは危険だと思います。大正末から昭和初めに造られた広葉樹造林地を見ても、そんなに飛び付きたいようなものでもありませんし、一部の広葉樹を除いて、その造林技術と体系が出来ていないからです。積極的な広葉樹造林は、自然に侵入する広葉樹のうち、有用有効なものを育成する姿勢の方が良いような気がします。

項目5. 今回の地形とくに斜面方向の経験が活かされることは大切ですが、つぎの台風でも同じということは無い筈で、一般化するには大変であるかもしれません。

項目6. 九州はスギの品種がものをいうところで、品種が他地方の樹種扱いされている感さえあります。調査をすればスギ品種間に確かに差は表れるでしょうが、あまり品種にこだわらない方が良いかと存じます。林縁木の強いことは当然だと思いますが、生産材の品質との兼ね合いがあり、難しい課題だと思います。

項目7. ヒノキの場合、上記林縁木と同様な樹冠の発達と品質の課題があります。

項目8. 上記、林縁木、ヒノキの課題の結果として選択しうるのは、ここに記されたことに尽きるかと存じます。間伐の原点「早くから、弱く、しばしば」です。

私は、人工林も環境保全に役立つ立派な緑資源だと思っています。人工林は自然破壊だという論は承服出来ません。別添林業技術誌(注1.)の雑文をご覧頂ければ幸いです。

*注1.: 只木良也の5時から講義、木ヘンに無、木ヘンに有?(林業技術、№592、34-35、1991)

○田島 信太郎(田島山業代表、大分県)

延徳3年(1491年)日田郡中津江村の宮園神社に、人の手により杉の木が植えられて

から500年、その記念すべき年に、あの忌まわしい台風が到来しました。今日の日田林業を築き上げた多くの先人達の努力は、たかだか2時間程の強風により、水泡に帰したのです。

「杉一辺倒」の植林をはじめ、当地林業の風害に対する体質の弱さを指摘する声をよく耳にしますが、こうした施業が国策に従っていた事、このような風害が有史以来はじめてであった事、超長期産業であるため簡単には変更出来ない事等鑑みますに、これまでの方針は正しかったと確信しております。ただ台風到来の原因が、地球の規模の環境の変化によるならば、今後もこうした事態は充分予想され、今回の災害を深く反省しこれからの施業に反映すべきと考えます。

とはいえ、当面なすべき事は、何も目新しい事ではありません。杉の倒木跡地に同様の施業をしないのは、次の台風に備えるというより、むしろ林業経営者として、自分の持つ商品（立木）を多様化したいが為です。超長期産業である林業は、それぞれの時代を乗り切らねばなりません、その時々々の杉の値段だけに左右されるというのでは余りにも脆弱です。又、林業労働者の労働環境整備も重要と考えますが、これは労働力の確保という「量」の問題と共に「質」の向上を図るべきだからです。より優秀な人材を確保しなければ、国内他産業と競争になりません。そして林業の機械化は、倒木の整理の為というより、「コストを下げる」というビジネスの鉄則に基づいているにすぎません。何れにしても当面の第一の目的は、「外材に打ち勝つ事」であるのを忘れてはならないと考えます。

しかしながら、元来日本の林業は未曾有の不況下にあり、しかもそれに山村の過疎化等の諸問題が追い打ちをかけているところでの今回の災害ですから、例えば倒木の処理については、これを完全に復旧するという事は、私たちだけに任されても物理的にも経済的にも、不可能に近い事は明かです。今後起こり得る二次災害や、水源としての森林の喪失は、都市部住民にも深く関わってきます。「助けてくれ」などと言うつもりはありませんが、私たちにも「警告を発する」義務はあるのではないのでしょうか。

被災地の復旧は、林業関係者、国、県、市町村はもちろん、都市部住民の一人一人にいたるまで、それぞれの役割を果たしてこそ初めて達成できると考えます。その為には、森林と林業、そして林業をとりまく山村について、もっと一般に紹介すべきです。更には、森林の持つその公益的機能をより具体的に把握、紹介すると共に、森林を単に「木材生産の工場」とする考えを改め、むしろ積極的に多くの人々に開放していくべきと考えます。

このところ都市部住民の間から、「森林を守れ」「森林もっと親しみたい」といった声が上がってきています。私たちはこれに応えていかねばなりません。森林の中で森林と共に暮らす私たちの生活は、新しいライフスタイルを模索する日本人の、一つの指針になると確信しております。

この危機的状況において最も恐れるのは、多くの林業経営者が「あきらめてしまう」事です。私たちはこの新たな試練に立ち向かわねばなりません。ピンチはチャンスです。多少強がっているのは承知で、自らを鼓舞する今日この頃です。

○長野 愛人（元大分県緑化推進課長）

1. 植え付け本数と間伐技術

わが国の造林学は、吉野林業とドイツ林学を範として体系づけられたとされる。

吉野で密植して丁寧な保育を行なうのは、京阪神の市場を控え、銭丸太から金になり、

磨丸太にして格子や柱に使うには、本末同大の製品が要求されるからである。

また、外部資本の借地林業で、伐期の収穫で分収する契約だったから、間伐を繰り返して高伐期にもっていくほど、造林者には有利になるためだと聞いている。

間伐技術でいえば、わが国で間伐技術のバイブルとされている、寺崎渡博士の樹型級の分け方は、ドイツのそれを2級木の配列をかえただけのものという。どちらも慣行技術、導入技術にすぎないとケナス人もいる。

1910年、本多造林学が世にでていらい80年、この二つの技術はどのように進歩したのであろうか。レポートでは、風害は密植して間伐の遅れている林ほど、ひどい被害を受けているが、後者の方が決定的要因であると指摘している。

日田スギの植え付け本数にも変遷があって、三津江や三郷地方では、かつては丈植え(1090本)、2間植え(760本)が普通で、三春原では3間植え(550本)の例も報告されている。これを決めた要因は運送手段であり、川下に行くほど本数は多くなる。

戦後、植え付け本数が増えたのは、間伐材が金になりだしたことにもよるが、造林補助制度も大きくかわっている。3000本を基準とし、本数によって交付額を加減する仕組みが、造林費のことも考えて、何となく3000本が手頃ということになったらしく、理論的根拠はない。

昭和30年代に入って、樹型級間伐が民有林技術として定着しないまま、本数間伐が提唱され、いくつかの適正本数表や、間伐指針表が発表された。40年代に入って、密植効果なるものが一世を風びし、C・D効果理論を解せぬものは、間伐技術者に非ずとさえいわれた。しかし、この理論は樹種(品種)・樹齢・立地の条件が同じであることが前提で、苗畑での実験データを理論化したものに過ぎない。僅かに、佐藤大七郎博士らの「アカマツ植栽密度試験」が、東大演習林報告(1952年)にみられるが、スギ・ヒノキ林での実証データは寡聞にして知らない。

要するに、この二つの技術は、どうすれば儲かるか、どうすれば材積が増えるかに終始し、本来の目的である「健全な林分の育成」は、お題目に過ぎなかった感がある。

2. 樹木の耐風性

レポートで指摘しているように、この度の風害は風向・風速・風力に恣意性があり、風の流れや強さは、特定地点の観測データでは想像できないものがあるようだ。今回の罹災地に再発生の確率が高いということを否定はしないが、非罹災地なら安全という根拠もない。

北海道のエド・トド、青森のヒバ、秋田や魚梁瀬のスギ天然生林は、かつての風水害か火災跡地に、一斉に侵入したものと説もあるし、森林の破壊と生成は、外的要因によることも多く、雑木林をスギ・ヒノキ林に換えたことが、諸悪の根源であるという説には組みしがたい。

極盛相が択伐林型であるべきか、一斉林型でも容認するかについても、林学者と植物学者の間で見解の相違がある。一斉林型で後継樹が育っていなければ、その森林はいずれは破壊する。

また、レポートは林縁木が、風害に強いことを立証している。林套は森林を健全に保つために、不可欠の作業であるのに、近時これを軽視する傾向にあるのは遺憾である。林縁木が風害に強いのは、ご指摘のように根系の発達ということもあろうが、それよりも、樹冠の安定にあると考える。林縁木でなくても、樹冠比の高いものは、林内にあっても、孤

立していても、風害をまぬかれている例を数多く観察している。

わが国造林学の泰斗、中村賢太郎博士は、その著「造林学随想」のなかで、枝打ちは、下枝が2-3段枯れあがったところに、手の届く範囲を全林に行い、その後は伐期まで残すものを選んで、幼令林では樹高の3分の2、壮令林では2分の1、伐期に達しても、樹冠の3分の1は、残しておくのが無難である旨を述べている。この博士の経験則は、吉野林業やドイツ林学に学ぶ以上の重みがあると考ええる。

3. 巢植え造林

間伐木を選ぶとき、狭い間隔で並立しているのに、群を抜いた成長を示し、どちらを伐るかに迷うことがある。これを巢植え効果といっている。2本並ぶということは、三角型、四角型に成立していても、理屈は同じである。相接している面の枝は枯れあがるから、巢と巢の間隔の工面で、材積成長を増やし、形質成長もそこそこには期待できる。除間伐の工夫で、正条植えを4本仕立て巢植え林分に誘導することもできる。

巢植えは旧ソ連の植物遺伝学者、ルイセンコの提唱になるもので、野外の植物は、生存競争よりも、共存共栄の作用が強いという唯物思想に基づくという。メンデル遺伝学には容れられないものというが、植物が思想で成長を加減すると考える方がおかしい。

4. 広葉樹造林

この度の風害を教訓として、広葉樹造林の気運が高まっているが、クスギ・クスノキのほかは、造林技術の確立されたものはない。耐風、耐火、土壌改良の効果は認めるが、凍霜害や寒風害のように、常襲地帯を予測することはむづかしく、地形解析によって、予測できるという見解には疑問がある。1951年、ルース台風の被害調査に携わって以来、いくつかの台風被害を現地にみての所見である。

西川や尾鷲で論争の続いたスギ、ヒノキ造林地の地力減退現象、いわゆる嫌地性や酸性化の懸念は、大政正隆博士がグリーン・エージ誌上にレポートした「尾鷲の土は赤かった」（1978年）で、一応のケリはついたと考えている。

天然更新を妨げる「成長阻害物質」なるものの究明は必要だとしても、ベレントーレンのアカマツ林のように、広葉樹で救えるものかどうか。従来の細胞造林的配慮で充分なのではなかろうか。関連して択伐論や複層林施業が蒸し返されるのは御免である。明治43年以来80年の、日本造林学発達史に忠実でありたい。

5. スギの品種

レポートによると、スギは品種によって、風害の形態に差がみられるが、リュウノヒゲのほかは、造林上配慮するほどの有意差はないと指摘している。貴重な所見であるが、アオスギの耐風性をうかがえないのが残念である。アオスギは、九州のスギの品種のなかでは、最も耐寒・乾性にまさるとされ、知見も持っている。

また、各地のスギ巨木の伝来経路を探求するなかで、天台・真言・法華の修験道にまつわる神社、仏閣に多く保存され、そのなかでも、アオスギの頻度が最もたかかった。

1962年調査の「大分県スギ分布表」でみると、ヤブクグリが最も多く、ついで実生スギ・アヤスギ・オビスギ・アオスギ・ウラセバル・ホンスギの順で、アオスギの分布面積は6,952ha（48%）に達している。その後の消長はあると思うが、県内には標準型アオスギのほか、県南部にはナミアオ、熊本県境にはナミノアオ・オグニアオ、上・中津江にはメアサ系のタルマルと呼ばれる品種もある。耐風性を知りたいところ。晩成型ではあるが、形質に優れ、ぜひ見直したい品種である。

それと、気になるのは、精英樹クローンの耐災性である。主として成長量を基準に選んでいるだけに次代検定が急がれる。該当林分があれば知見を承りたい。

○難波 宣士（日本大学農獣医学部教授）

あのような大風害にあいますと、「今後の森林の取扱い方」についてはどうしていったらよいかと、悩み果てないものと思います。私など、風害についてはそれほど深い経験はありませんので、とりたててコメントというほどのことは書けませんが、1、2感じたことを書いて御礼にかえさせていただきます。

① 風害の要因解析として、250mの方形格子網を設定し多変量解析を用いることには、かなり無理あるいは大変むずかしい問題点を含んでいると思われる。豪雨と違って、風には「恣意性」というか、一寸したことで風の強さが大きく変化しているからです。

ただし、かなり広域を対象とすれば、ある程度の傾向は指摘しうるかもしれません。

② 要旨のところ記してある推論あるいは実態は、今後の森林施業に大いに役立つと思われる。

③ ただし、これを現実に森林所有者に普及していくには、そう簡単に事は運びにくいと思う。制度的な改正要求と一体化して徐々に出来るところから、実行していくほかないと思います。

④ 「あまりにも杉一辺倒であった」という批判もありますが、これまでの経緯からみて、これを特に批判することはできないと思います。今回の災害を契機に、一步一步諸害に強い森林づくりに努力していくことが、基本的な姿勢となるのではないのでしょうか。

とりとめのないことを書きましたが、昨年、現地の一部を調査させて頂いた感想の要約は、山林の9月号（注1.）に掲載されることになっております。

*注1.：難波宣士：昨年の台風19号による九州北部の森林被害と今後の対応、山林、№1300（平成4年9月号）、2-7、1992

○西村 五月（南九州大学園芸学部教授）

昨秋、台風通過後に長崎に行きました。飛行機の上から、南向き斜面の真赤になったヒノキ林を見ながら、この状態では枯死しかないと思いました。実は潮風害はすでに長崎県で数回経験していました。空港から長崎へ向かいながら、地形と被害（風倒、折損、etc）を符号させながら、被害の大きさを確認した次第でした。

翌日、雲仙に登りました。道すがら被害を確認しながら登りましたが、雲仙の国有林の100年生近いヒノキ、直径30cm以上の大木が幹折れボキボキの状況にあるのを目にし、啞然としました。今もその光景は手にとるように脳裏にやきついています。雲仙の温泉街を抜ける頃、目の前の斜面は全山真赤、仁田峠への道路から見える南斜面は遠景まで真赤、ただただ驚ろくばかりでした。

私は、現役時代、植栽地の選定に対して非常に憶病でした。“海岸から3Km以内の植栽”には厳重な注意をというのが口ぐせでした。しかし、“台風に対しては防備の方法はない。これを恐れていたら植栽はできない”と主張して来ました。島と半島ばかりの長崎で、海岸比距3Kmを除けば山はありません。台風が長崎県の西側を通れば立てる戸はないのです。でも在職中は私が若かったこともあり、ほとんど潮風害で終わりました。

処で、台風が時計の針と反対廻りすることは常識ですが、自分の位置の西側を通るか東

側になるかで、被害は大きく様相を異にします。それは進行方向に対して右側は風が強くその範囲も広いが、左側は弱いしせまいからです。九州の西側を通ると、西九州は東→南→西風となります。対馬海峡で東進に変ると、北九州側は東風→南風の順で長時間吹き荒れます。東側を通れば東→北→西風の順ですが、被害区域は小さいのです。西側の場合、東九州は九州山脈でさえぎられ被害は激減します。

それから風の性質として、風向は尾根の足向と直角の場合が多く、幅のせまい尾根の風下側は逆の風向になります。谷に吹込んだ風は単純に谷に沿って動きます。台風には、これに強大な圧力が加わっています。したがって、風向はすべて地形に左右されるし、風圧もまた地形に支配されます。その時の地形の規模は想像もつきませんが、小生の風速推定では3 Km接峯～8 Km切谷でした。風向露出度の範囲は75Km～100 Kmにおよびました。谷というのは、このことを考慮に入れた話です。これで現地の被害、風向から谷とは何かが判ると思います。また、台風は地形によっては吹上げともなり、吹きおろしにもなります。とすると、地形要因の探索には地形現象よりは、ある程度操作した地形である必要が感じられます。それによって風向が変わることも考えながら……。

災害が大きくなる地点は谷から平野に出た付近、山中のやや広い平坦地形などが考えられます。この時、地形の規模を考慮すると盆地に吹き込み、まわる風が予想されます。局所的には激害地と並ぶ無被害地などいくらかも経験されたでしょう。

私は御承知のように風とよく付合いました。次の論文を一読されると私の説明は理解しやすいかと思います。

- 造林地の干ばつ時における常風の意義（1970）
- 造林地干ばつ被害の解析（1974）
- 寒風害の発生とその確率予知法（1975）
- 風向別露出度による風速の推定（1970）
- 西海地方の林地生産力に関する環境解析（1986）

いずれも長崎県林試研報（林）です。

そして今一つ、人工林率の問題があります。私は長崎では林地面積の3分の1弱が造林適地だと主張していましたし、現在もそう信じています。また、これを一気に（20年ほど？）で仕上げることも反対でした。輪伐期を考慮に入れて、法正収穫、法正作業と唱えていました。つまり40～50年にわけて作業しなさいということです。この位気長にやれば、技術上の問題点が沢山露呈したのではないのでしょうか？何はともあれ、政治的、行政的、そして個人の財産権ですから致方ありませんが、ある程度は実行できたかと思います。

今夏、長崎へ出張して余暇時間で海岸線の一部を走りました。被害は既に枯死林分として延々と広がっています。地表は主としてススキで、僅かにアカメガシワなどを見ました。これをどうすれば、健全な機能を持つ森林にすることが出来るのでしょうか？ススキの進入は過日の草原を再現しても、そこに樹木は進入出来ません。また、人工林率が高いため広葉樹（シイ・カシ・タブ等）の種子はその付近にはありません。簡単に種子が伝播してくることは想像できません。恐ろしくなりました。かつて、若かりし頃のことです。佐世保で開拓農民が放棄した畑の跡地に出ました。既に年数は経ているようでした。ここに樹木が進入して3～4 mの高さになっているのですが、樹種はアカメガシワ・ヌルデ・ヤマハゼ・ネズミモチ等数種で、上部はクズカズラが這廻っていました。近くにシイ・カシ林はあるのですが、畑跡には全く進入していませんでした。容易にシイ・カシ林にはならな

いと思いました。

森林の機能の啓蒙活動は盛んです。しかし、健全な機能の発揮には健全な森林の育成が必要です。一体、このヒノキの枯死林分の跡始末はどうするのでしょうか？日田は林業地として過去からの歴史と山持ちさんがあり、ある程度の復旧は期待できるのでしょうかけれども、長崎地方の被害地は今後も放置される可能性が高いように考えられます。結果的には、30年前よりも広いススキ原の出現となるのでしょうか？草原には森林の機能はありません。やはり大きな不安につつまれています。

思いつくままに筆を走らせました。まだいろいろありますが、これにて擱筆します。改めてお礼申し上げ、まだまだ林業への情熱に燃えていることを申添えます。

○沼田 真(千葉大学名誉教授)

この台風の風の強さは想像を絶するものがあったと思いますが、本文中にも記されているように、マツ・スギ・ヒノキのような針葉樹に対してクヌギなど広葉樹が、風や地震による土砂崩壊に強いことは、大正大地震の場合の丹沢山の例などでよく知られています。針葉樹の単純林は条件のいいところのみとし、針葉樹林と広葉樹林をくみ合わせるか、混交林にするのかなどの造林、保育の対策を必要とすると思います。河川や湖沼の場合は、50年に1度あるいは100年に1度という増水を考慮していますが、風の場合は、水に比してそういう考慮は不十分のように思われます。

○野上 寛五郎(宮崎大学農学部附属演習林教授)

1. 過去に風害のあった箇所には風害抵抗性のある森林の造成、天然林が望ましいが、スギを植栽するとすれば、貴論文でも触れておられるように抵抗力のある品種(シャカイン、オビスギ、メアサなども考えていますが)などの配慮が必要と思われる。

2. 多様性の(種々の樹種、品種を導入)森林の造成は、造成する単位、規模については明らかではありませんが、風害その他の危険性を分散させるためにも、試行してみる価値のある方法と考えております。

3. 貴論文にも指摘されていますが、林分の本数管理(とくに間伐)と十分な保育の実行がなされれば、形状比の大きくない、根系緊縛力の大きい個体からなる林分がある程度造成可能と思われる。これらの林分は崩壊防止上、耐風性、水源かん養上、地力維持にとっても有効であり、スギ人工林でも適正な保育がなされることにより、天然の広葉樹林に近い保安林機能を有する森林の造成はできると考えております。

○初島 住彦(鹿児島大学農学部名誉教授)

今度の台風による大分県の杉造林地の災害、新聞紙上又はテレビで見て、その被害の甚大であるのに驚いていました。かかる台風は何十年に一度は来るものと想定し、林業関係者は百年の大計を立てることが必要かと思っています。杉の一斉造林の危険性については既に20年前、当時の熊本県知事が注目され、当時の熊本県林務部長松永徹氏に熊本県の民有林及び県有林の針葉樹と広葉樹の植栽比率をどの程度にした方が最も安全かを、調査するようにとの命があり、その調査方を私がつたのまね熊本県内を林務部の人と一緒に歩いて調査し、その結果は、森林地帯区分調査報告書の名前で林務部から昭和46年3月に出版されています。本報告書は56ページからなり、大分県の林業政策にも参考になるかと思いま

す。以前1部を日田の神川君に送ったことがありますので、まだ持っているかどうか聞いてみて下さい。もし持っていなければ、私の手元にあるものを貸しましょう（大分県林務部にもあるかもしれない）。大分県の場合は、杉の代りの木としては日田郡方面はケヤキを大幅に増やし、その他の地区はクスギ・シオジなどを取入れたら如何かと考えています。

○福島 康記（三重大学生物資源学部教授）

私共（山形大学有永教授）、県のお世話で現地視察の機会を頂き、被害状況をつぶさに見てまいりました。ご研究の記述はいちいち腑に落ち、たいへん参考になります。御論文に対するコメントではないのですが、ある雑誌に記事を書きましたのでお送り致します(注1)。ご研究につきましては、改めて読ませて頂き、何かお尋ねすることがあるかも知れません。今月17日、国民森林会議の研究会で風害に関する報告をする予定でして、造林協会の報告書とともに参考にさせて頂き、報告したいと考えています。この風害の意味するところについて、林学会レベルで研究会を開かなくてはならないのではないかと佐々木会長には伝えていますが、ともかく大変なことです。

私は、東大在職中の昭和56年に北海道演習林が台風被害に遭い、その対策に追われました（風倒木80万 m^3 ）。その時、29年洞丸の沈んだ台風の被害地の十勝川上流国有林を見て歩きましたが、対策のことを含めると、国有林など所有形態により、天然林・人工林の別により、状況はまるで違うこと、今回の被害地を見て歩いて、痛感しました。29年及び56年当時とまるで経済環境が違ってしまっているし、短期の対策を含めて簡単に今後の対策について論じることが出来ないわけです。

*筆者注1：同封して下記の文献を送付していただいた。

福島康記：森林・林業の現状をどう考えたらよいか、山林、№1299（平成4年8月号）
1992

○藤森 隆郎（森林総合研究所・森林環境部長）

台風に対応した森林施業技術（を確立するための研究）に対する私の意見を簡単に述べさせていただきます。これは決して大分県の研究報告の批判ではなく、私自身の関係したこと経験に基づくものや、国、県、大学などで報告されているもの全部を含んでいることをお断わりしておきます。

台風災害だけでなく冠雪害なども含めて気象被害が起きたら泥縄式に被害調査をすることが繰り返されているのが実態です。森林管理に対して突発的とみられている被害を普段から研究しておくことの重要性は強調してし過ぎることはありません。したがって不幸にして19号台風の被害を受けたことはこれを契機にしてこれから災害に対応した研究を継続し深めていくよい機会にすべきだと思います。

被害とは一般に異常なことで受け取られていますが、林業ではそれは異常なことではなく普通に起きることであるという立場に立つべきものと考えます。施業技術を構築する時にこれは基本的に重要なことと思います。

スギならその一生の何百年かの間に大小何十回かの台風を受けるはずで、どの程度の大きさの台風がどのくらいの頻度でくるのかということも過去の記録や色々な情報を解析して追求すべきです。最近15年ぐらい前から世界的に行われている森林の動態に関する研究では、台風や火災などの攪乱が更新や林分構造を特色付けるのに重要な意味を持つものと

して攪乱とそれに対する反応を調べ、また攪乱の頻度を推定したりしています。そういう観点からの研究の推進も必要です。

したがって今回の被害跡地のいく通りかの異なる取り扱い場所の追跡調査が何よりも重要と考えます。この場合人工林の被害跡を手を付けずに放置したままの植生遷移の調査も不可欠です。この様な研究成果を得てこそ、今後災害が生じた時にどのようなものをどうすればよいかという適切な判断が可能になっていくものと思われまふ。これは重要な技術でありながら、そのないのが現状で大きな問題といわざるを得ません。

今まで各所で行われてきた被害調査の研究はその場限りのものがほとんどです。激害地にでかけて被害の形態がどうであったかということを一から詳しく調査しても森林管理の方法(施業技術)の改善にはそれほど役立たないと思ひます。施業技術を改善するためにはどのような情報が必要で、被害地から何をどういう方法でつかみ出すかを普段から考えて被害に対応する研究を進めていくことが大切だと思ひます。

被害地の調査の方法は行政的な情報把握のために必要なものと、被害の発生機構や修復機構の把握のために必要なものを分けて考えることが大切で、過去の調査研究にはそれらを混同したものが多いために情報価値の不十分な物の多いのが残念です。今後は何でもかんでも手当り次第に調べて報告することから、重要点を明確に絞ってそれに即した調査を展開していくことが重要になると思ひます。

いずれにしても気象災害とりわけ台風災害に関する研究は経常的に行われ、その情報を施業技術を組み立てる要因の中の重要なものとして位置づけていくことが必要だと思ひます。

針葉樹、壮齢の高密度林分、強度の間伐直後は風に対して弱いことは、これまでの報告で明らかになっていながら、それを生かした対応が不十分であることは研究者、技術者、行政者のいずれにも反省すべき点があると思ひます。

なお、貴報告でも指摘しておられる、クヌギなど広葉樹林は針葉樹林よりも耐風性のあったこと、形状比の高い林分は被害が大きかったこと、間伐2年以内の林分は被害が多く、6年以上経過した林分は被害が少なかったこと、などはこれまでの色々な報告とも合わせて強調していかれることを望みます。その場合、形状比や収量比数は林齢や径級と関係させて話をすることが必要と思ひます。

○嶺 一三(元東京大学農学部教授・日本の林業をよくする会会長)

未曾有ともいふべき台風の森林被害について、精密な調査と科学的な解析を行われた報告を拝読いたし、私も過去における当時としては未曾有といわれた大台風被害(昭和11年の樺太森林被害、昭和29年の洞爺丸台風の北海道の森林被害、昭和34年の伊勢湾台風の伊勢神宮林の森林被害)の際に、長期間の調査研究に参加いたし、その他大きな被害の場合にも現地視察をした経験から、あなた方の調査研究には深い関心を持って、ゆっくりと熟読した上で返事を出そうと思ひましたが、夏の間、軽井沢に建てた小さい山の家にもって静養して居りました関係で、返事が大変おくれましたことを心からお詫び致します。

調査研究の結果は、私が今まで各地の被害跡地で観察したことからして誠に妥当であると感じ、あなた方の観察に敬意を表すると共に、私自身の感想も間違いでなかったと安心したことも事実であります。

今回の台風19号は、大分県を始め北九州各県、更に山陰、北陸、秋田地方まで大きな被

害を与え、倒木の方向は台風の向きと一致するケースが多いことは認められるが、風圧の違いや局地風によって、被害地の分布や規模が錯綜としており、解析をくり返したにもかかわらず、風害現象の仕組みを十分に解明するに至らなかったという指摘は、誠に妥当だと共鳴いたします。

今までの報告の中で、倒木の方向が大体同方向であるから、台風に対する抵抗性の弱い所と強い所を判別して、将来の施業方法の参考にすべきだと書いてあることがあり、私も最初の間はそう信じて居りましたが、何回かの被害調査の結果、台風の方向や風の吹き込み方は一定でなく、それが変わると又別の被害状況になるという事実を教えられました。

ある著名な科学者（多分、雪の研究で有名な北大の中谷宇吉郎教授だったと思いますが）の随筆で（ロケットを月の表面に打ちこむ地点の計算よりも、僅か何メートルの木の葉が落ちる地点を予測する方がむずかしい）というような記事を読んだ記憶があります。つまり、前者の場合より後者の場合の方が、落下に影響する要因の予測がむずかしいという理由ということでした。

このようなことで、台風の方向や風が吹きこむ方位や高度、強さと山地の地形、方位それぞれに土壌や林木の大きさ、根の状態などの要因の組合せによって、被害の様相は変化して予測が至難になると思います。しかしながら、あなた方の調査研究によって、これからの台風被害の調査研究に寄与する点が多いと思います。

とはいえ、立木密度（収量比）や形状比の点で疎立させて形状比の小さい木が台風被害に強いからといって、従来価格が高く収益性の高い密立した施業法を全面的にやめることを、林業家にすすめてよいかどうか、別の表現をすれば、数十年に1回あるかどうかの激しい台風備えて、その間、収益性の低い疎立、形状比の小さい木を造ることに専念してよいかどうか。また、品種の問題でも台風被害の程度だけで選択すべきかどうか、指導者として誠に頭の痛いことと存じます。

いろいろと感想は次々と浮びますが、今日はこの程度にして、取敢えずお詫びとお礼の責任のがれをさせていただきます。

なお、私の台風に関する報告は次の通りです。

- ① 樺太東大演習林の風害と跡地の更新及び施業に関する考察
北方林業研究会講演集 昭和15年9月
- ② 北海道風害森林総合調査報告中の VIII 経営（3）
日本林業技術協会 （発行年度 昭和34年？）
- ③ 伊勢湾台風による伊勢神宮林の被害調査報告
（昭和35年、未発報）

別刷があれば差上げたいのですが、唯今手持ちがありませんのでお許し下さい。なお、②の北海道風害森林総合調査報告は、日本林業協会の当時の理事長松川恭佐先生を団長として、多くの専門家が2ケ年に亘って調査をした大部の調査報告で、経営の部分は近藤助氏、井上由扶氏と私が2ケ年に亘って分担調査したもので、参考になると存じます。

○行武 潔（宮崎大学農学部助教授）

宮崎は林分の間伐不足で、台風で倒れた数本のスギが誘引となって、豪雨の後伸びきったスギ林地が崩壊するといったことが生じています。

今、県下の林地崩壊地と自然的要因や社会的要因（過疎等の）の関係を主成分分析して

みようとしているところです。今回の日田等の台風害は径級の大きいものや間伐林等に被害が大きいようですが、伸びるばかりで根張りが少なく、倒れ易い条件を有しているのは共通しているようです。被害を大きくした原因が経済効率を重視した結果というよりも、各地の立地、気候条件にあった真に経済性を考慮した（伐採するときに如何にこの林分を利用するかを考慮した）、育林技術の確立を計らず、一律に密植、除・間伐良質材生産別施業方式を採用したところにあると思います。

植えたものは仕方がなく、今後如何にこの害が少なくてすむ除・間伐方法の開発、普及が早急に望まれるところです。また、何よりも山で働く人々の確保が急務です。人手不足は外国人労働力によればよいという安易な考えは捨てるべきでしょう。新たな社会問題を農山村部に持ち込むだけでしょ。

今回は、社会的要因をも考慮した分析を試みては如何ですか？

Ⅲ お わ り に

1990年の秋のある日、私は、統合直後のドイツ、ミュンヘンにあるバイエルン林業試験場を訪問していた。今回の台風19号の襲来のほぼ1年前にあたっている。深まりゆく秋のミュンヘン、穏やかな秋の日差しが射し込む部屋でホルツ・アフェル場長が、自分で射止めたという巨大なヘラ鹿の頭部剥製を背に、静かに語っていたことを今でも鮮やかに思い出することができる。“バイエルン州の森林は、今や天然林はほとんどなく、大部分がトウヒ、モミを主とした人工林となっており、針葉樹林が80%、ブナ、ナラ、カシ等の広葉樹林が20%という比率を示し、針葉樹の林が卓越した構成になっている。最近、ハリケーンによる風害や、酸性雨等による酸性降下物によって森林の衰退や、土壌の悪化がみられつつある。これらのことから、新しく森林の活性化をはかろうということが、重要な研究テーマとなってきている。1880年に我々林業界の大先達Karl Gayer (1822～1907)が「造林(Waldban)」という名著を出版している。その内容とするところは、皆伐、人工植栽を断り切り、自然環境に適した森林—混交林—をつくれということである。このKarl Gayerの思想こそ、今我々が求めている森林の姿ではないかと思ひ至り、彼のアイデアを実現しようとしているのが現在の状況である。それは、針葉樹優先の現在の植栽比率を広葉樹80%、針葉樹20%に変換し、そのうちの50%は天然更新に更新にゆだねようとする試みでもある。この場合、問題は野生動物が増えすぎていることである。彼らは好んで広葉樹の稚樹を食べるから……。ドイツの古い諺に「狼が通れば森が良くなる」というのがある”とホルツ・アフェル場長はこう締めくくった。

私は、フムフムそんなものかなと、まさしく異国の森林での話と軽い気持ちで聞き流していた。この後、私は、フライブルグのバーデン・ブッデンブルグ林業試験場を訪ね、ドイツ国民が世界に誇る「黒い森」を視察した。森のあちこちに、スプリングラーの設置された貯木場があり、うず高く積みあげられたトウヒの丸太の山が、黒く濡れぼそっていた。ハリケーンによる被害木のストック・ヤードであり、ここ数年来のハリケーンの被害は、甚大なものがあると聞かされた。

帰国して1年、1991年9月、台風19号による空前ともいえる森林被害に見まわれた。その被害は、九州北部の日田林業地をはじめ、小国・八女等のスギの人工林地帯に集中した。台風—ハリケーン、スギ林—トウヒ林と1年前に見聞したドイツでの被害状況によく符号していた。この被害状況に直面した時、あのホルツ・アフェル場長の静かで力強い語り口

が、改めて鮮烈なものとして甦えってくるのを覚えていた。あの時、対岸の火事としてしか感じていなかったことが、今やまさしく現実のものとして降りかかってきたのである。

私は、衝撃を受け、動揺した。ホルツ・アフェル場長は、ドイツの森の現状を述べつつ世界の森林のあり方について、本質的な面での警鐘を与えていたのかもしれない。

確かにこのような大規模な台風は、一過性のものとして片付けてよいかもしれないが、しかし、この台風のことは抜きにしても、我が国において、何かが、森林をおびやかす衰退へ導こうとしているのではないかという不安を確かに感じるのは、はたして私だけであろうか……。

台風による森林被害を一つの教訓として、我々は、今や望まれるべき森林のあり方について新たな問いを投げかける時期にさしかかっているのではなからうかと痛切に思うところである。

最後に、ご多忙の中、当方のはなはだ勝手なお願いに快く応じ、貴重なご意見やご提言を賜った各位に対し、深甚の謝意を表する次第である。ご提示いただいたご意見やご提言は、これからの新しい森林づくりのために、必ずや貴重で有益な資料として生かされるであろうと信じてやまないところである。

参 考 文 献

- (1) 諫本信義・高宮立身：1991年9月、台風19号により発生した大分県における森林被害の要因解析、大分県林業試験場研究時報、№18、1-43、1992

大分県林業試験場研究時報, No.19, 1993

平成5年7月1日 印刷

平成5年7月20日 発行

編集 大分県林業試験場編集委員会

〒877-13 大分県日田市大字有田字佐寺原

TEL 0973 (23) 2146

印刷所



総合印刷センター

カワハラ企画

〒877-13 大分県日田市水目町315-4
TEL (0973) 22-1241
FAX (0973) 22-1444
