

受入ID- 1520030117B00082



防災	6
----	---

圖書室

災害調査法



02000-00131062-0

農林省林業試験場防災部

昭和37年8月



試
災
2

災害調査法

正誤表

頁	行 目	誤	正
4	下から 4	限度	限度 _上
9	下から 1	侵入勢力など。	侵入勢力 _上 など。
13	上から 8	屋根	屋根
"	下から 7	林・	林令・
"	下から 4	植先	枝先
"	下から 2	ii) 傷痕	ii) 凍傷痕
"	下から 1	0~0 cm	0~0 _上 cm
14	上から 2	： 傷痕	： 凍傷痕
"	上から 3	おける 傷痕	おける凍傷痕
23	上から 12	安全	安定
24	上から 15	2) 谷重二	2) 菅谷重二
42	上から 1	び馬路国有林	馬路国有林
46	上から 12	一緒に	一緒に
50	下から 12	梢切	梢折
56	上から 7	見出しがぬけている	B, 9 行の脚に雪質を入れる
59	記載例	新状結晶の新雪 Pa 5	針状結晶の新雪 Pa 4

目 次

発行の目的・趣旨	2
一、防災研究のための災害調査法	3
I 洪水	3
II 山地荒廃	4
III 水害防備林	5
IV 湖害防備林	6
V なだれ	10
VI 暴風害	10
VII 冠雪害	11
VIII 寒害	12
IX その他の災害	14
二、一般的な災害調査法	14
I 水の面よりみた簡易な水害調査法について	14
II 水害(山地荒廃関係)調査方法	25
III 森林風害調査について	38
IV 雪害調査方法	53
V 1. 森林火災の現地調査について	60
2. 林野火災調査方法	64

発行の目的・趣旨

本災害調査法は次のような目的・方針で作られている。

一、防災研究のための災害調査法

1. 調査法作成の目的

防災研究においては、災害時の現地調査は研究推進の有力な手段の一つであり、従来から種々の目的と方法による災害調査を行なつてきているが、それらの調査結果からみて、一般の災害調査法とは異なつた調査方法の基準が必要であると判断されるので、昭和37年度の防災関係担当官会議で検討の上、本調査法を作成したものである。

この調査法は林業試験場防災関係職員が防災研究推進のために、現地調査を行なう特殊な場合の基準を示したものであつて、次の3点を内容としている。

- 1) 調査はどんな目的で行なうか。
- 2) どんな災害が起つた時に調査するのか。
- 3) どんな方法で調査を行なうのか。

2. 調査法利用上の注意事項

災害調査にあつて、本調査法を利用する場合に、注意すべき事項は次のとおりである。

1) 災害の種類

ここに掲げたものは、流域保全関係としては洪水・山地荒廃、防災林関係としては水害防備林・潮害防備林・なだれ防止林、森林災害としては暴風・冠雪・寒さ・なだれなどによる森林の災害である。

2) 調査項目

従来の調査結果よりみて、調査項目は現在防災研究上重点的に必要と認め

られるものだけに限定している。したがつて、これ以外の項目については、その一般的な災害調査法を利用して、調査を行うものとする。

二、一般的な災害調査法

ここに掲げた一般的な災害調査法はV・2林野火災調査法のほかは、1955年の林業技術にのつたものであつて、一般の林業技術者が調査を行なう場合の基準を示すことを目的としている。したがつて、調査の目的・項目などは全般的なものであり、一の防災研究のための災害調査法ほど限定されていない。こうした差異はあつても、災害調査を行なう上には参考になる点が多いと思われるので、一部の図・写真を簡単化したり省略したりして、ここに転載したものである。

一、防災研究のための災害調査法

I 洪水

1. 目的

- 1) 林相・森林面積率と洪水の関係。
- 2) 洪水危険小地域の判定方法。

2. 調査対象

山地地方で数箇市町村にわたり災害救助法が発動された程度の水害時に実施する。きわめて大災害のときは必要に応じ別途大規模調査を実施する。

3. 調査方法

現地実測・聞取調査と災害直後他機関により発表されたものを含む既存資料の机上調査とにより実施する。

1) 実測または現地聞取

- a) 洪水量：洪水位痕跡による流積・洪水流水面勾配（推定流心の溪床

勾配で代用することあり)の推定によるか、あるいは発電用等ダムにおける実測値の聞取、洪水時刻(推定)の聞取。

(林相・伐跡地分布などが比較的単純な4000ha位までの流域をもつ水系数箇所それぞれ上流より下流へ10地点位を測定地点としてとることが望ましい。ただし最小流域面積は100ha位までとする)

b) 林相・伐跡地などの分布: 既存資料の補正

2) 収集する既存資料

a) 森林: 林相図等により針・広・混別分布、幼・壮・老別分布、伐跡地分布、林地・草地・裸地別分布など。

b) 降水量: 気象庁関係発表資料により、

豪雨洪水の場合——一連続豪雨期間内の各日雨量・総雨量・最大1時間および3時間量、豪雨期間前の先行(10日)雨量、これらの地域分布と発生日時など。

雪代洪水の場合——洪水発生直前の積雪量、洪水発生日の前後各1週間の日最高気温ならびに日雨量・最大1時間雨量、これらの地域分布と発生日時など。

c) 地形: 5万分の1地形図等により流域の面積・形状・勾配・到達距離・起伏など。

d) 地質: 地質図により基岩種類別分布など。

e) その他必要事項: 溪間工事の有無・配置など。

II 山地荒廃

1. 目的

1) 治山工事の災害時における荒廃防止効果。

2) 林木の崩壊防止機能の限度

2. 調査対象

数千~数万haの地域に少なくとも100~200箇所以上の崩壊が発生し、当該治山事業担当官公署も活潑に調査するとき。

3. 調査方法

1) 治山工の影響

a) 溪間工: 既設のダムについて、目測および簡単な測定、聞取により表1のごとく記入する。

b) 山腹工: 治山の対象となる既荒廃地(既施工地を含む)について、表2のごとく記入する。

2) 森林の影響

災害地域内に広く分布する主要樹種を1~2定める。定められた樹種の林地の新生崩壊地のおののについて、表3のごとく記入する。

附、この際、荒廃危険地域の判定のため、関係機関から、つぎの資料を収集しておく。

1) 雨量: 総連続雨量(最大日雨量)の等雨量線図

2) 林相: 用・薪別、人・天別、齢級別の分布図(位置・面積)

3) 災害の歴史

4) 治山工: 施工地分布

5) 荒廃

a) 全体としての荒廃地の(できれば型式別)数量・位置

b) 代表区における林相別崩壊地の数量

c) 土砂流出量

III 水害防備林

1. 目的

水害防備林の効果事例の収集、できる限り林(帯)形・立木密度・林帯幅と効果の関係の究明。

2. 調査対象

前述の洪水関係で水害地調査を実施する際できる限りあわせて実施する。

3. 調査方法

見取・聞取調査により行なうが、できる限り優良・不良林帯別、1林帯中の優良・不良部分別あるいは林帯の有無別の比較によつて実施する。かなり

表 1.

水系 _____ 沢 _____ 支 _____

ダム				集水面積	新生荒廃面積
種 類	基 礎	規 模	配置様式		
純コン・玉コン 練積・・・空積 その他	岩盤 砂礫	高さ 巾	単 独 階段（上 流ダムま での距離）		

表 2.

地区 _____

既荒廃面積	基 岩	土 の 深 浅	平 均 傾 斜
		"深"は土壌があると 考えられる	

表 3.

樹 種 名 _____

林 令	立木密度	地被状態	土 壌		傾 斜
			深	質	
幼（10年以下）		灌 木	浅（50cm以下）	砂 質	
壮		草	中（50～100cm）	壤 土	
老（50年以上）		な し	深	粘 質	

堆 積 状 態			破 損		備 考
組 成 %	勾 配 %	堆積範囲 m	程 度	原 因	
巨石（1m以上） 玉 石 礫（拳～砂） 砂			大（機能喪失） 中 小（機能不変） 中・小には部位 も記入	洗掘、袖部廻 水、 土石流、転石、 その他	山腹工事 との関連 その他

施工の有無	拡大・再崩壊の状況		備 考
	有 無	部 位	
	"有"は荒廃地外へ 相当の土砂	上部（周辺）・中央 下部	

斜面形	崩 壊		備 考
	種 類	規 模 面 積 模 深	
凹 凸 平 滑 その他	山腹崩壊 溪岸崩壊 （窪地崩壊） 混 合 そ の 他		林種転換・ 拡大造林の 関係。その 他

ず見取図をつくる。

1) 林帯の実態

- a) 林帯：幅（平均・最大・最小・一様性）、疎開部・切れ目（有無・種類・規模など）、配置（堤防との関係位置など）、延長、林地の起伏、所有別、地籍など。
- b) 林況：林形（竹木混交状態・混交割合、前面低木叢の有無、単・複層別など）、主林木の状態（樹種、ha 当り本数などの疎密、樹高、直径など）、下木の状態（有無、樹種、疎密、大きさなど）など。
- c) 林帯付近の状況：付属工作物（種類・規模・位置）、前面の地形（河岸の地形・河床状況・河の屈曲や合流など）など。
- d) 林帯後方の状況：保護対象の種類・規模・地形など。
- e) その他必要な事項。

2) 林帯の効果

- a) 後方被害の多寡事例：概括的被害程度（漂流物・土石の侵入の多少、農地・家屋被害率の大小、後方堤防被害の有無など）と林帯の実態との関連。
- b) 漂流物阻止効果事例：阻止漂流物の種類・多少・林内侵入状況などと林帯の実態との関連。
- c) 水制効果事例：林帯内土石沈積状況、林地洗掘状況、後方堤防被害状態（程度）などと林帯実態との関連。
- d) その他参考事項：洪水状況（洪水位、洪水流速、土石・漂流物流失状況など）、林帯自体の被害（倒木・折・枯・流失など状況別、樹種別、位置別、林地被害など）、付属工作物被害（一部欠壊・流失などの状態別・程度別、直接の原因など）など。

IV 潮害防備林

1. 目的

林帯幅・立木密度・林（帯）形と効果の関係。

2. 調査対象

数箇市町村にわたり災害救助法の発動された災害時に実施する。きわめて大災害のときは必要に応じ別途大規模調査を実施する。

3. 調査方法

見取・聞取調査により行なうが、上記3点に着目して優良・不良林帯（調査前あらかじめ調べる）のある局地海岸各数箇所以上を調査することが望ましい。かならず見取図をつくる。

1) 林帯の実態

- a) 林帯幅：最大、最小、平均および一様性。
- b) 立木密度：主林木の ha 当り本数あるいは植栽間隔、下木の有無・疎密、疎開部の有無・程度ならびに切れ目の種類・規模など。
- c) 林（帯）形：前・後縁に低木叢帯・低林帯の有無・規模、前・後方に工作物の有無・種類・規模・関係位置など。
- d) その他参考事項：林帯の配置位置、他の保全施設の配置位置・種類・規模、保全施設間の切れ目の種類（川・道路など）・規模、後方保護対象の種類・規模、林帯前方の地形。
主林木の樹種・樹高・直径・枝下高、下木の主要樹種・疎密など。

2) 林帯の効果

- a) 林帯後方の被害多寡の事例：概括的被害率（家屋被害率、農地流失被害率など）と林帯実態との関連。
- b) 漂流物阻止効果事例：阻止漂流物の種類・量・林内侵入状況などと林帯実態との関連。
- c) 勢力減殺効果事例：林内地床物の移動状況、林帯内とくに前後林縁の浸水位痕跡、後方家屋流失・土地洗掘・工作物倒壊流失程度などと林帯実態との関連。
- d) その他参考事項：森林の被害（倒木・流失・枯死の被害状態別、樹種別、位置別など）、津波・高潮の実態（最大波高分布、主勢力の侵入方向、侵入勢力など）。

V なだれ

1. 目的

- 1) なだれの種類・規模と被害の関係
- 2) なだれ危険地形の解明
- 3) なだれ防止工の適正配置

2. 調査対象

数箇市町村にわたつて、一冬季間5箇所程度以上の災害をとまなうなだれが発生したときに行なう。

3. 調査方法

災害をとまなつたなだれ地のほかに、その周辺のなだれ地についても調査を行なう。

1) 発生日時・場所

2) 発生時の気象：積雪量・降水量・気温・風向・風速 聞取調査および測候所・区内観測所の資料。積雪の分布・雪質などについては、調査時に実測する。

3) なだれの種類・規模：そこなだれ・うわなだれ・いたなだれ・こななだれに区分する。発生区・崩落区・堆積区別の斜面長・幅員

4) 地況：上記3区別の海拔高・方位・傾斜・斜面の形態・四囲の地況も附記する。

5) 林況：上記3区別の林相・樹種・林齢・樹形および地表植生

6) 被害状況：破壊状況。林木の被害の場合は、被害量・被害形態・樹種・林齢・樹高・胸高または根元直径・立木密度。

7) 防止工施工の有無：既施工地では、工種・経過年数・被害状況・現状。

VI 暴風害

1. 目的

- 1) 危険地形の類型化
- 2) 林分耐風性の比較

2. 調査時

1 地域（経営計画区——国有林平均7万ha——程度の面積）3万 m^3 程度以上の森林風害の場合。

3. 調査方法

1) 概況調査

a) 被害地分布：風害発生地域の範囲と程度別被害分布図（3～4段階程度に区分）の作製——営林局署・県の資料による。

b) 気象：被害発生当日および前日の毎時の風向・風速・気圧・降水量・気温——地方気象台・測候所の資料による。

2) 見取り調査——激害団地の踏査による。

a) 地形：被害見取り図の作製と、地形図（5万分の1ないしそれ以上の大縮尺のもの）への見取り図位置（区域）・風向（風倒方向）の記入。

b) 林況：林種（人・天別）・林齢・樹種・樹形（平均的なもの——目測）・過去の取扱（除・間伐など最近10年間ぐらいの期間）・病虫害。

c) 林分中の被害位置：林縁・林内中央などの別。

d) 被害状態：踏査各団地のうちで、とくに被害の激しい場所について、1箇所20～30本程度の毎木調査（調査対象には無被害木を含め、無作為に抽出）

3) 風倒木収獲調査結果による調査——営林署経営課資料の利用。

a) 林種・林齢・樹種別の被害形態および被害率：統計的取扱による。

VII 冠雪害

1. 目的

- 1) 危険地形の解明
- 2) 林分耐雪性の究明

2. 調査時

1 県1万 m^3 程度以上の森林冠雪害が発生した場合に調査する。

3. 調査方法

調査の時期は融雪後できるだけ早く行なうものとする。

1) 概況調査

a) 被害地分布：発生地域の範囲と程度別被害分布——営林局・県の資料

b) 発生年月日および気象：降雪量・気温・風向・風速——測候所・区内観測所の資料

2) 実地調査

被害地と無被害地について、次の実地調査を行なう。調査区数はできるだけ数多くとる。そのために、一部の調査区ではc) 毎木調査は1箇所 20本程度の random 調査に止める。

a) 地況：海拔高・方位・傾斜・斜面の形態・周囲の地況も附記

b) 林況：林種（人・天別）・樹種・樹齢・過去の取扱

c) 毎木調査：大きさ（10～20m）×（30～50m）、樹高・胸高または根元直径・樹冠長・枝張り・被害の種類・折損高・倒伏あるいは折損の方向・立木位置図

Ⅷ 寒 害

1. 目 的

1) 危険地形の類型化

2) 寒害と森林取扱方法との関係

2. 調 査 時

1 県で総面積 200 ha 程度以上の被害があつた場合に調査する。

3. 調 査 方 法

調査はなるべく被害発見直後、おそくとも4月末頃までに行なうことが望ましい。

1) 概況調査

a) 被害地分布：発生地域の範囲と程度別被害分布（後出2）b)の区分で記入するのが望ましい）——営林局・県の資料

b) 気象：被害発見の時期・被害が発生したと思われる時期の毎日の最

低気温の変化・積雪の有無・その他その年の気象的特性——最寄り気象観測所の資料

c) 過去における被害の有無、あればその年代

2) 実地調査

調査地はなるべく被害地点の多数あるところを選ぶ。

a) 地況：

地形図上の位置

斜面上の位置（屋根・中腹・山麓・谷・平坦地などの別）

土壌型（ P_d ・ B_A ・ G ・泥炭・ R ・ B_e などの別）

海拔高・斜面の方位・傾斜角

微地形と被害との関係

風衝の程度・土壌凍結深

b) 被害程度

目測によつて、次の区分で記入する。

激害：枯死本数の割合 50%以上

中害： 〃 50～30%

軽害： 〃 30～10%

微害： 〃 10%以下

c) 被害林分の林相：樹種・林 ・樹高・上木の有無・下草の状況・下

刈の時期・寒伏の有無・その他付近の無被害地の林相など。

d) 被害の形態

i) 被害の範囲：外観上の枝葉の枯れ方を、梢端・植先地上何cm以上全枯というように調べる。

ii) 傷痕の有無：2～3の代表的被害木について、樹幹枝と剥皮してみる。もしあればその部位を地上0～0cmというように調べ

る。

- iii) 過去の凍傷痕：傷痕が樹幹に認められるときは、その幹を横に切断し、過去における傷痕の有無をその断面から判定し、もしあればその年代を調べる。

K その他の災害

上記8種類の災害のほかに、森林の火災・塩害・煙害・干害などの災害がある。これらの災害については、必要のある場合は、その目的に応じた調査を行なうものとする。なお、この種の災害についての調査基準を必要とする段階に達したときは、調査基準を決定する予定である。

二、一般的な災害調査法

I 水の面よりみた簡易な水害調査法について

丸 山 岩 三

ま え が き

一昨年の九州・近畿両地方の大災害に続いて、洞爺丸事故で有名な今年の15号台風は、林業関係においても、北海道において5000万石以上という大きな風害を発生させた。そのために今年の九州その他の地方における災害は余り大きく感ぜられていない。しかし一昨年のものに比較すればその被害は小さいかも知れないが、やはり大きなものではあつた。水の面よりみた簡単な水害調査法のことであるが、私は一昨年・昨年と引続いて九州地方に短期間の調査に行つたことがあるだけというきわめて貧弱な経験しか持ち合わせていないので、あるいはピントの外れた議論に終るかも知れないことをおそれている。

我々林業関係においては、調査項目として考えられることは

1. どのくらい雨が降つたか
2. どのくらい水が出たか

3. これに対して、森林がどのように影響したか

4. これらに基いて合理的な治山対策を立て、その後の被害を最小限に止める

ということであろう。これらの項目の中から、割合に専門的な知識を必要としないものを取りあげてゆくことにする。

1. 雨 量 調 査

災害が発生した後において、雨量に関係した新しい資料を得ることが、不可能であることは明らかである。ほとんどの場合、気象台関係から速かに災害地域の雨量に関する報告が出されるから、これが有力な参考資料になる。しかしこれは我々が対象としてとりあげる地域に比較して、ずっと広い地域をとりあげていることが多い。すなわち巨視的に見ていることが多いのは止むを得ないことである。そのためにはその地域における測定値をできるだけ集めることが、必要であることはいうまでもない。

この場合に私が考えている測定値というのは、必ずしも気象台の規格の雨量計で測定したものだけではないのであつて、たまたま戸外に置いてあつたバケツとかドラム罐に溜つたものから雨量を推定しても重要な資料となるであろう。例えば対象とする地域よりもずっと下流にある規格通りの雨量計で測定した値が仮に420mmとした場合、災害地域においてドラム罐に溜つた雨水中に折尺を立てて例えば48cmすなわち480mmであるとした場合に、その位置が林木、家屋その他の局地的地形条件の影響を受ける程度が少いと思すれば、その雨の性質にもよるが、むしろそのドラム罐の方の値に重要性があるとも考え得るであろう。いうまでもなく、雨量は一般に山岳地帯に入るにしたがつて多くなるものであり、下流に対する現地の雨量の割合も必ずしも一定とはいえないものであり、その意味において、ドラム罐の価値は大きいともいえよう。現に武田氏らは一昨年の和歌山県における調査でバケツに溜つた水量を参考資料としておられる。

このようなことは、例えば大雨警報などにより、大雨があると予想される場合に、あらかじめドラム罐などを外に出しておくことにより、雨量計の代用品とすることができることを意味する。これは後に大きな災害が発生した

ときに、特にその近くに雨量観測所のないときには、大きな意味をもつことになるであろう。しかしこれが気象学的にどのような意味をもつかということは、全然別の問題であることはいうまでもない。

2. 流量調査

流量として考えられるのは、その大雨が原因となつて流出した量（以下これを増水量ということにする）と瞬間的な最大流量の二者であろう。

(1) 増水量

一般には自記水位計が設けられていなければ無理であつて、例えば上流に大きな発電用のダムがあり、それが空だつたのが出水により満水した場合、あるいは大雨による大規模の山崩により、その崩落土砂が溪流をせき止めたところにおいて、上流から流水が貯水される場合にのみ可能である。この後者の事例としては、一昨年の和歌山県の災害において、有田川上流の花園村金剛寺部落に発生した大山崩による天然ダムより武田氏らりが貯水量を140mmと推定されたような例がある。しかしこの場合にも、山崩は通例降雨の最盛時前後に発生すると考えられるために、その全量を知ることは不可能である。その上これは発電ダムの場合にも共通であろうが、災害が生ずるような大雨の時の総流量を貯水するほどの容量をもち、また実際に貯水し得る場合は少いであろう。

(2) 最大流量

大雨のあつた後において、最大流量を想定するには次のような方法が考えられる。

A. 平均流速

a. ほぼ流路が直線的とみられるところにおいて、兩岸の流水の痕跡より流路横断面積を求め、これを $F(m^2)$ とする。上流に山崩のあつた場合には、兩岸の水草の葉などに泥がついているから、その判定は比較的容易である。そうでない場合においても、ゴミが付着したりして、この判定はそれ程困難ではないと思われる。またこの横断面より湿潤界（流水の溪床との接触部分の長さ） $P(m)$ を求め

$$R = F/P$$

で与えられる $R(m)$ （流水平均深または径深）をきめる。つぎに兩岸の痕跡をたどり、流路にそつた2点を取り（この2点は先に述べた F なる横断面を中央にはさむようにする）、水平となす角を θ とし

$$I = \tan \theta$$

で与えられる水面勾配をきめる。また上記2点間の水平・鉛直距離をそれぞれ $H \cdot V$ とし、 $I = V/H$ として I をきめてもよい。また水面勾配は流水の現在の水面勾配を洪水時のそれと等しいと仮定してこれより想定することもできるであろうが、その精密度は低下するであろう。

この両者より、平均流速 $V(m^3/sec)$ は次式で与えられる

$$V = \sqrt{\frac{1}{a + \frac{\beta}{R}}} \sqrt{RI}$$

この V を与える平均流速公式はいろいろあるが、ここにかかげたのは野溪においてよく用いられるバザンの旧式である。なお a と β は流路の状態によりきまる常数であつて、野溪においては $a = 0.0004$, $\beta = 0.0007$ を用いる。用いる機具としては、横断面の決定には巻尺とポールまたは折尺など、水面勾配の決定にはハンドレベルまたはポケットコンパスなどであるが、大きな溪流の場合には、例えばハンドレベルと距離計で横断面をきめることが可能である。しかしこの場合の精密度はやはり低下するであろう。

この方法による測定値の精密度がどのくらいかということについては、菅谷氏²⁾は10%以内とされている。これは野溪に比較すると大きな流域をとつたものであり、我々が対象とするような野溪においては、精密度はさらに低下するであろう。もう一つの例としては、建設省および通産省関係の利根川上流にある比較的に近い幸知と大芦における流量の測定値³⁾を等面積に換算して、昭和15年の資料を比較したものがある。精密測定を行つていても、その差は12カ月中8カ月は10%以下、平均して17%であつた。しかもこれは最大流量を対象としたものでなく、これを対象とすれば更に低下するであろう。なおこの程度の精密度をもつことは、観測結果としては模範的なも

のに近いのであつて、これ以上の精密度の向上を望むならば森林理水試験の場合のように、量水堰または量水路を作り、精密な水位流量曲線を作つて水位観測を行う外はないのである。しかしこのようなことは、河川の場合には無理であらう。さらに私が同じ資料によりバザンの新式と旧式の両方で計算したところ、数%の差があつたが、このように平均流速公式によつても誤差はでてくるのである。

さらに災害調査の場合には、森林の影響をみようとするならば、森林状態の差異をはつきりさせるために小面積の流域をとる必要が生じてくるが、そうすると流路が山腹崩壊または溪流の洗掘などにより、変化することが多くなる。これがさらに精密度を低下させる原因となる。私達⁴⁾の一昨年の阿蘇における調査はこのためでもあらうと思われるが、非常に大きな値を与えている。

このような精密度について細かく検討した理由としては、このような調査によつて、精密な森林理水試験の場合と同様に、2流域の最大流量に数%程度の差がある、その原因は……などと考えるのは危険であるというよりもむしろ無謀であるといいたいからである。

b. つぎの方法として考えられるのは、流路が大体において、平面的にみて円形をしているところにおける方法である。すなわち野満氏⁵⁾によると流路の内側の半径を ρ_0 (m)、流路の巾を x (m)、痕跡による外側の内側に比較しての溪岸の水位の上昇を y (m)、重力の加速度を g (9.8 m/sec^2) としたときに

$$y = \frac{V^2}{g} \log (1 + x/\rho_0)$$

を解いて得られる V が平均流速を与えるのである。これは遠心力の作用に基づいて生ずる外側の水位の上昇より断面中の流速が一定であることを仮定して導いた式である。なおこの場合の精密度も a の場合とは大きな差はないと思われる。そして菅谷氏²⁾はこの方法と a の方法による測定値を比較して精密度を検討しておられる。

c. 前記の2法がいずれも災害の原因となつた大雨が降り止んでから測定できるのであるが、この方法は最高水位時に現場にて流速を測定するので

あるから、測定に非常な困難がある代りに、精密度は問題なしに高い。

流速の測定には、流速計を用いるのが好ましいことはいうまでもないが、特別の設備のない現場においては、浮子を流すのが可能な限度であらう。したがつてこの場合に、測定するのは表面流速 V_s である。これと平均流速 V との関係については業績も多いが、物部氏⁶⁾の水理学によると簡単に V を求めるには、流心にそつて浮子を流して V_s を測定し、 V/V_s の比を流路の水面巾 b と流路の平均水深 h の比 (b/h) により、つぎのようにとればよいとされている。

b/h の値	10	20	50
V/V_s の値	0.85	0.82	0.80

すなわち b/h が 20 のときは、流心の表面流速の 0.82 倍をとれば平均流速となる。野満氏⁷⁾はもつと簡単に最大表面流速の 0.8 倍とみて大差はないとされているが、これは b/h の比が 50 の場合に当る。私達の昨年の九州水害の場合には、流域面積の最大 18 km^2 、最小は数 ha 程度であつて b/h は 6~40 平均 22 であつたから、野溪の場合には 0.82 の方がより近い値を与えるのではあるまいか。

なお、浮子としては、低い円筒・空嚢などの廻転体がよく、中空の場合には水または砂礫を入れ、高さの 0.8~0.9 ぐらいの吃水とする。または色のついた果物を利用するのも一法である。そして浮子を流路の変化の少いある点で流心に投入し、それより既知の距離の下流の点を流過するまでの時間を秒時計または秒針のついた時計で測定し、表面流速を決定する。増水時の横断面の形は、減水後横断測量をしてもきめ得るであらう。

この方法は現場においては、大雨時には他にしなければならないことも多いものであり、場合によつては生命の危険も予想されるのにここに述べることにした理由としては、才 1 に精密度が高いこと、才 2 に測定の常道に近い方法であること、才 3 にこのようにして測定された洪水量の資料がきわめて少いこと、などがあげられる。しかし精密度が高いとはいふものの、溪床の変化のないことを前提としているので、これが変化すれば話は別である。

B. 最大流量

前項のようにして、平均流速が得られるならば、最大流量 Q (m^3/sec)は

$$Q = F \cdot V$$

で与えられる。つぎに2流域の最大流量を比較する場合には、単位面積当りのものすなわち最大比流量 q によるのが便利である。この場合流域面積を A Km^2 とすると

$$q = Q/A$$

となる。その単位は $m^3/sec/Km^2$ となる。 A の決定には5万分の1の地図形でプラニメーターを廻し得る程度の面積ならばそうすればよいし、また流域が小さい場合にはもつとくわしい地図に森林状態が記載してあればさらに好都合であろう。

3. 森林の水に及ぼす影響

(1) 最大比流量その他

このようにして求めた最大流量または比流量などを用いて森林の影響を考えるのであるが、その決定方法としては、大体においてつぎの2法が考えられる。

A. 試験場や大学で行っている森林理水試験は、試験流域をとり、精密な降水量と流量の測定を行い、伐採などの影響をきめる。ある場合には標準区として無処理の区をとる。この場合には、年間流量が伐採により何%変化したというようなことがいえるのである。しかし前記のような測定値による場合には、精密度の低いことと、処理などが行われないうえに、森林の影響だけをとりだすことが困難であろう。

しかしこの方法から暗示される一つの方法として、多数の測定値があるから、森林状態だけ異なり、他の因子の比較的類似したものを取りあげ、他の因子の影響をないものとして考察を進めることが考えられる。菅谷氏²⁾が忠別川の調査において、このような見方をしておられる。またこの場合に、森林の代りに他の因子を取り出すならば、その因子についての考察が可能であることはいうまでもない。

B. もう一つの方法としては、このようにして最大比流量の決定が比較

的簡単にできるから多くの測定値をとり得る。いうまでもなく最大比流量は流域の雨量・面積・地被状態・地形などの諸因子により影響されるものであるから、測定値全部をとりあげ、上記諸因子の函数として表現することも考えられる。この例としては、アンダーソン・トロビッツ両氏⁸⁾が洪水時の最大流量・流出土砂量に対する森林の影響を定量的に結論しておられる。すなわち最大流量 Q 立方呎/secを下のような型で表わしている。

$$\log Q = 3.624 + 0.928 \log A + 0.723 \log P + 0.860 \log rbrs/r\ell - 1.152 \log C$$

さらに A :流域面積(平方哩)、 P :大雨の期間中のその流域の最大24時間雨量(吋)、 $rbrs/r\ell$:地形に関する常数、 C :地被状態に関する常数である。なお $rbrs/r\ell$ と C の決定は複雑な検討の結果によるものであり、その他統計的に有意でないので捨てた因子もいくつかある。また式の形も X を因子、 x を因子 X に伴う常数、 k を常数として、上式の $\log Q = k + \sum x \cdot \log X$ の代りに $Q = k + \sum x \cdot X$ とすることも考えられ、式の決定には複雑な計算が伴うのであるし、一般的とはいえないのであるが、因子のとり方の簡化と平行して、とにかくこのような一般的な型をとる方向に進もうとすることは好ましいことであろう。なお C を数量的に簡単に表現しようとする、一応考えられるのは、森林面積割合であるが、それでは質的の因子が入ってこないのが問題となる。

なお上記両氏の研究は、簡単な調査により導かれた結論ではないのであつて、流域も40とつたものであり、私達⁴⁾も一昨年阿蘇地区において、このような考えにより調査してみたけれども、精密度・流域の数などの点から常識的に流域条件の悪いところからの流出が大きい程度のことしかいえなかつた。しかしながら、簡単な調査であつても、数が多くなれば或程度の考察が可能になるのではないかと私は考えている次第である。

つぎにまれな場合であろうが、増水量に対する資料が得られる場合には、雨量に対する割合などを考察することができる。

また発電ダムがあつたりして、既往の降水および流出状態に関する記録が得られ、同時に流域の森林状態が既往にさかのぼつてある年数にわたり得られるときには、この両者を対照することにより、例えば荒井・坂井両氏⁹⁾の

ように流域の森林状態の悪化に伴う出水時間の短縮を定量的に結論された例もある。これは上記の流域の数の代りに、測定年数がものをいった例である。

(2) 河岸林

水害防備林としての河岸林の効果については、小出氏¹⁰⁾により調査研究されており、どのくらいの河岸林があれば、どのくらい有効であるか、理論的に明らかにされた事例を知らないし、またこれが非常に困難なことであることは、いうまでもないであろう。これに接近する一法としては、流量・流路の状態（例えば直線的であるか、どのくらいの曲率半径をもっているかなど）・河岸林の状態などに関連してその効果を調査し、多数の実例より帰納的に考察を進めるならば、何かの収穫があるのではないかとも思われる。私がみているのは、流路が曲線的の場合には、その外側が多く被害を受けている。河川工事的の見方をするならば、森林は護岸の役目をする場合と水制の役目をする場合とがある。しかし出水時には流路は、それほど大きくない障害物によつても、比較的簡単に曲るものであり、一般的な結論を出すのは容易なことではあるまい。

4. 対策について

対策として一般的に考えなければならないと思われることをあげることにする。

(1) 水の面よりみて水源地帯をどんな状態においたらよいか

このことについて、調査結果のみよりみようとすると、それほど細かい考察例えば森林としてどんな樹種がよいかなどということを考えることは無理であろう。ある程度の資料が集められた場合に、始めて森林とか原野とかいう大きく分類された土地利用状態に対する考察がようやくできる程度であろう。このときに、これに今までの試験や調査の結果をもあわせて考えるべきであることは当然である。上記の点が試験結果と異なることをはっきり区別すべきである。そしてこのことは、調査が試験に比して価値の少いことを意味するものではなく、調査には試験のもっていないよい面のあることも、忘れるべきではなかろう。

しかし前にも述べたように、長期間の記録を利用できるところは別である

ことはいうまでもない。

(2) どのような河岸林を必要とするか

このことについては、前にのべたところで大体を尽しているから、ここでは改めて述べないことにする。

(3) 治山工についての考察

水の面よりみているのであるから、溪間工事について限定して考えることにする。いうまでもなく、溪間工事は山腹工事とも密接な関係があり、分離して考えるのはいけないことである。

例えば災害により溪流が洗掘され、これ以上の溪床の下降が両岸に対して悪影響を及ぼすと考えられる場合、または土砂が堆積し、これ以上上流より土砂が流出すれば下流の両岸特に部落に悪影響を及ぼすような場合には、溪流の安全または貯砂を考えた床固または砂防ダムなどの横工事が必要になってくる。これは護岸とか堤防のない野溪を対象としている場合のことである。このようなことは、その溪流を平常よく観察している人にとっては、よく気のつくことであろう。この場合に、溪床の安定を主とする低い床固がよいか、または貯砂を目的とするある高さをもった砂防ダムの方がよいかについては、慎重に考慮してから決定すべきことであろう。

つぎに最大流量の問題に関連して、床固などの放水路断面について考えてみることにする。これにはあらかじめ最大流量を想定して、これを完全に流出し得るように、設計するのが普通である。すなわち治山工において、溪流の最大流量の決定方法¹¹⁾としては

A. 予想される最大時雨量H (mm) と流域面積A (m²) より

$$Q = \frac{H}{1000} \cdot A \quad (\text{m}^3/\text{sec})$$

あるいはこのQに1より小さい流出係数Cを掛けることもある。

B. 横断面積Fと平均流速Vより

$$Q = F \cdot V$$

などによる。私は門司の災害のときに、痕跡より想定した最大流量と実際の最大時雨量より計算した最大流量を比較したところ、相当の開きのあつたこ

とがある。とにかくこのようにして測定された最大流量より、予想される雨量に対する最大流量を類推し、放水路断面決定の際の参考資料とすることは必要なことであろう。

あ と が き

雑然と水の面よりみた水害調査法について述べてみた。これらの中には、比較的専門的な知識を必要とするものと、そうでないものとある。また測定の方も森林の因子は別として主として雨と水に限定したのは、これ以上に範囲を広くすると、非常に広い調査になると思つたからである。しかし不完全な本稿の中で少しでも日夜山の仕事に取り組んでおられる方々の御参考になる点があつたとすれば、それはまことに幸なことである。と同時によりよい調査方法の確立を望む次第である。

参 考 文 献

- 1) 武田繁後・白井純郎・杉山利治：昭和28Ⅶ17～18日 和歌山県下の豪雨と有田川上流の洪水量並林地保留雨量に就て p.38 大阪営林局 1954
- 2) 谷重二：山地流域における最大洪水量について水害の総合的研究 石狩川上流氾濫の第1回調査報告 p.35—62 農業物理研究所 1948
- 3) 水文学資料の欠陥に関する報告 資源調査会報告 Ⅸ9 p.10—13 経済安定本部資源調査会 1951
- 4) 丸山岩三・野口陽一：昭和28年6月の九州水害に関する調査報告 第1 阿蘇地区編 V. 理水関係林試研究報告 Ⅸ69 p.85—96 1954
- 5) 野満隆治：河川学 p.70 地人書館 1943
- 6) 物部長穂：水理学 p.343—344 岩波書店 1939
- 7) 前出 5) p.72
- 8) H.W.Anderson and H.K.Trobitz: Influence of some watershed variables on a major flood. J. Forestry 47 (5) p. 347—356 1949
- 9) 荒井隆夫・坂井恭正：山林の保水力の変化(中央气象台 台風と水害 p.61—64 地人書館) 1948
- 10) 小出博：水害防備林 林業技術 Ⅸ138 p.38—42 1953

- 11) 高木武雄：治山事業必携 p.153—154 日本治山治水協会
(林業技術 1955年4月, 158号より)

Ⅱ 水害調査方法(山地荒廃関係)

川 口 武 雄

一、は し が き

台風や不連続線などで豪雨があると、水害が発生する。そして、下流では洪水・氾濫によつておびただしい人命・財産・施設の損失を招来することはもちろんであるが、上流でも水源山地の崩壊・山津波によつて山村は破滅に瀕し、以前からの山地荒廃が遠因である土石流や水害時の山地からの流出土砂によつて、下流では水害が加速・増大され、市街地・耕地・発電ダムなどの堆砂が起る。したがつて、水害時の山地荒廃は、地変の一つとして地震学者、侵蝕輪廻の一つとして地質学者、気象災害の一つとして気象学者、河川工事・砂防工事との関連から土木学者・土木技術者などによつても調査が行われてきたが、山地を職場とする我々林業技術者の先輩諸兄によつて多くの調査がなされてきたのは当然のことである。

林業技術者として水害時の山地荒廃をいかに調査したらよいか、その方法を明確に示すことが、今林業技術誌の編集者から筆者に与えられた命題である。しかし、林業技術者の中では、この方面を最も専門とするとみられている我々林業試験場の関係者間でも、この命題に対して明確な回答を与える必要性は充分認識しながら、今日まで明確な回答を提出し得なかつたのは、問題の複雑さと我々の無能のためと、関係者一同大いに恥入っている次第である。

したがつて、今すぐ本命題に対し明確な回答は提出できぬので、編集者の御意図とは相当くい違いが生ずるかもしれぬが、回答というよりはいろいろの疑問点を提出して、今後調査方法を確立するための一礎石として、恥を天下に公表する次第である。そして、山地荒廃の調査方法を確立するため、広く各方面の御指導・御援助をいただくきつかけともなれば、はなはだ幸甚と考へている。

二、従来の調査方法とその再検討

従来大水害と呼ばれるほどの水害後には、かならずといつてもよいほど、林業技術者によつて山地荒廃が調査されている。限られた経費・時間・人数で、平常でも不便な山地を水害後の交通途絶状態時に調査する苦勞は、我々その経験を有する者には充分感じ得ること、その当時最大限の努力を払つて調査に従事された先輩諸兄の御苦勞は満腔の敬意に値するものである。

従来の林業技術者による水害後の山地荒廃調査は、いろいろの目的をもつてなされたものであろうが、その目的を分類してみると大略つぎのごとくである。

- (1) 災害の記録を正確に後世に伝え、被害状況を明確にする。
- (2) 荒廃地の復旧対策を樹立するために、山地荒廃状況を数量的に明らかにする。
- (3) 将来の山地荒廃を防止する治山対策及び山地保全の目的に合致した林業経営法を確立するため、森林・治山工の水害に対する影響を明らかにする。

もちろん、従来の調査も以上の三つの目的のすべてを狙つてなされたもの、唯一つの目的を狙つてなされたものと、いろいろあるが、それぞれ調査者の職務・立場上止むを得ない点が多いとみられる。しかし、林業技術者による従来の調査は、研究者は(1)の目的を主眼とし、治山技術者は(2)の目的を主眼とし、困難であるため、当然とは思われるが、(3)の目的を等閑にしかつたか反省の必要はなかろうか。

水害という天然災害に対しては、降雨・地形・地質などの自然的原因の影響するところが大きいのはもちろんである。しかし、これらの自然的原因は現在では人力で変更することが不可能な状態である時、たとえ水害に対する影響はこれらの自然的原因より劣るとしても、保全的な林業経営や治山工によつて、水害を絶滅することは困難でも、被害を最小限に食い止めることが、山地保全を重要任務の一つとする我々林業技術者の責務であらう。こう考えてくると、災害を降雨とか地質とか自然的原因を主眼として調査する地質学者や気象学者と同様に、それらの調査方法をまったく無批判に取入れて、水

害の原因の大部は自然的原因であると結論したのみで、林業経営や治山対策いかにあるべきかに無関心であつてよからうか一考を要する次第である。

また、水害が発生した以上、新生・拡大の荒廃地を一日も早く復旧する必要に迫られて、治山技術者による調査は、大部分(2)の目的の荒廃現況を数量的に把握することに精力を費さざるを得ない現状にあることは、筆者等治山関係者には熟知されることであるが、これもやはり今一步を進めて(3)の目的も考慮した調査が行われることが望ましい。

以上述べた筆者の意図するところを、舌足らずであるため誤解される向きがあるのではないかと心配するものであるが、簡単に要旨を再掲すると、従来の現況把握、自然的原因の影響を主眼とした調査から一步を進めて、将来の山地荒廃を予防する治山対策、林業経営法の確立を目的とする調査に踏み出さねばならぬということである。

三、従来の調査方法の欠陥

以上の調査目的の前進がもし是認されるならば、林業技術者として行う水害の山地荒廃調査は、従来の方法をそのまま踏襲して行うだけで目的が完全に果されるであらうか。もちろん、従来の調査方法が全面的に不適當という訳でなく、従来の調査の中でも(3)の目的を充分考慮して行われた調査もあり、けつして旧来の方法をすべて非としているのではないことを了解していただきたい。

ただ、(3)の目的を考慮しながらも、従来の調査方法では(3)に対する結論が得られぬものが割に多いのが目立つので、中には充分その点を気付きながら調査時間などに制約されて省略されたものもあろうが、目的と充分に合致しない調査方法が無意識にとられることを恐れて、老婆心から従来の調査方法の欠陥と大げさな項目名にして、気付いた点を以下2, 3述べるのであつて、筆者等自身ももちろん従来この欠陥のある調査を行つた責任者の一人として、慚愧に堪えない次第である。

欠陥と考えられる点を列举すると、つぎのごとくである。

1. 従来の調査では、山地荒廃の中の崩壊地のみを重点として調査し、崩壊地につらなる下の沢の荒廃や災害の起つた流域の環境などには無関心過ぎな

かったか。荒廃地復旧や局所防災の観点ではそれで充分であつても、流域保全や保全的な林業経営確立の観点では、いささか近視眼的過ぎたのではないか。

具体的な例を一つあげると、崩壊地の林相はよく調査され、全崩壊地100箇所中80箇所が広葉樹林地で、20箇所が針葉樹林地であるとの調査結果が得られ、広葉樹と針葉樹の崩壊の割合は4:1で、広葉樹が崩れやすいと結論されているようなものが見受けられる。果してこの結論に誤りはなからうか。もし、この調査対象流域の広葉樹林地と針葉樹林地のそれぞれの占有面積の割合が9:1であれば、崩壊が広葉樹と針葉樹に同様に起つた場合、それぞれの崩壊の割合も9:1またはそれに近い数字を示すはずで、占有面積の大きい方が崩壊箇所数も多くなる訳で、前述の崩壊箇所数の割合4:1で広葉樹が崩れやすいとは速断できない。これは占有面積が等しい場合の数値に換算（この場合広葉樹林地と針葉樹林地の占有面積の割合9:1と、それぞれの崩壊箇所数80と20から、 $80/9:20/1$ の数字が問題であり、この数字から広葉樹の方が針葉樹より崩れ難いこととなる）して比較することが必要で、この目的のためには、単に崩壊地の林相を調査しただけでは不十分で、是非とも調査対象流域全部の林相調査が必要となってくる。

2. 従来の調査では、調査対象流域の環境が調査されていても、災害当時の状況のみが詳細に調べられ、既往の状況は余り調査されていないのではない。また環境といつても自然的原因である気象や地質が、気象学的見地や地質学的見地から重点的に調査され、それに比して林業技術者として当面すべき林相や治山工の調査が充分なされているであろうか。

前者の具体的な例としては、調査対象流域の災害時の降雨量は正確に調査されていても、既往の大雨記録には全然触れていないとか、現在の調査流域の林相別占有面積が正確に調査されていても、既往の植伐関係には全然触れていないとかなどの例があげられる。

後者の具体的な例としては、災害当時の降雨量はもちろん、その降雨の成因まで調査しながら、調査対象流域に過去に治山工が施行されたか否かを調査せぬことなどがあげられる。

また、ここで一言注意を喚起しておきたいのは、災害時の降雨量にしても正確な観測値があれば申分ないが、それが得られぬ場合には、聞込みなどによつて今回が従来の豪雨より強かつた弱かつたの概略でもつかむことと、林相といつても利用上では大切な蓄積量よりは、根の進入状況や地被植物の地面被覆状況をよく調査するなど気象学的見地や森林経理学的見地からの調査よりは、保全的見地からの山地荒廃の環境調査の方法が必要であるということである。

3. 崩壊地の調査についても、従来の調査では、崩壊跡地の現況把握にのみ没頭し、困難なためもあろうが、その崩壊の発生した原因の推定や、崩壊跡地の残留土量や、崩壊地の今後の拡大の危険度推定には全然触れていないものが多い。しかし、これらのことは、将来の山地荒廃の予防や保全的な林業経営の確立には、必要欠くべからざることであるので、相当想像が入ることは止むを得ないが、是非取入れねばならぬことであろう。また、崩壊跡地を生産地として復活させるには、崩壊跡地に植生が進入し得るだけの土壌が残っているか、土壌の養分関係はどうであるか、などの観点からも調査をすることが必要である。

4. 水害の程度を増大させることで大いに注目されつつある土石流は、既往の山地荒廃が遠因し、災害前の溪床堆積が直接その源となつているが、従来の調査は、沢の洗掘・堆積には余り関心が寄せられていないものが多い。崩壊地復旧の観点から山腹の荒廃のみ近視眼的に追求する以外に、やはり沢の荒廃も調査する必要がある。山腹の荒廃からそれに連なる沢の荒廃、さらに本流の状況と、水系を一貫して調査することが、流域保全的な見地からは重要である。

四、調査方法及び調査項目

以上従来の調査方法の欠陥として、気付くままに二、三の点を批判がましく列挙したが、批評は容易で実行は困難の例にもれず、しからばこの欠陥を除去した調査方法及び調査項目はいかにあるべきかを確立するとなると、重大な障壁に立塞がれて、一步後退せざるを得ない現状である。これは我々関係者の無能のしからしむる点が多いと恥入る一方、従来常識的に認められて

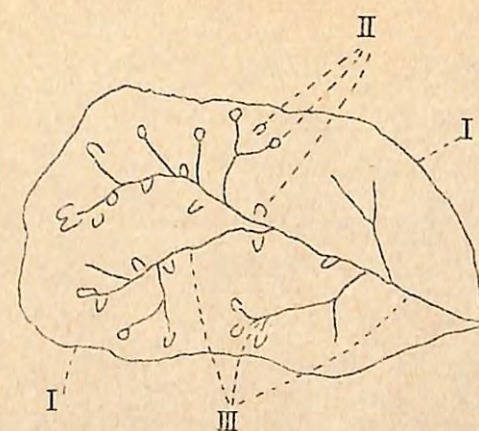
いる森林の治山機能や治山工の効果を、こうした山地荒廃の調査の中で科学的に立証する手段の困難性を痛感するものである。

今少し具体的にいえば、森林の利用面からは優良な森林は、蓄積量が多いとか、年生長量が多いとか、林木の形質が良いとか、いろいろ表現方法もあるが、保全的見地から優良な森林とは何を意味するか、また、森林の治山機能とは森林のどの部分をつかまえて調査して数量的に表現したらよいか、まだ未解決かあるいは明確化されていない点が多い。また、治山工にしても、どの点を調査して効果があつたか否かを判定すべきかは複雑・困難な問題であり、治山の経済効果の算定が非常に困難であると同時に、林業技術者としての水害の山地荒廃調査も容易ならぬ問題点を数多く残している。

しかし、こうした困難性を痛感する一方、なんとかして林業技術者その他の御協力によって山地荒廃の調査方法を前進させるためには、一つの調査方法を提示してそれがきつかけとなつて、批判・論議がつくされ、一步前進することが望ましい。よつて恥のかきついでに、従来から我々一部の間に考えられ、また実行されつつあつた調査方法、調査項目を、以下述べてそのきつかけの役をさせたいと考える次第である。はなはだ言訳がましいが、この調査方法、調査項目は従来から考えていたものであり、筆者に本稿執筆の依頼があつてから時間的余裕無く、特に本稿のために再度検討したものでもなく、あるがままに載せたものである。したがつて、将来の前進へのきつかけの趣旨で一例としてあげるもので、今まで述べてきた欠陥等を除去した完全な方法でないことはいふまでもなからうが、さらに、今まで述べてきた趣旨と矛盾するところがあるかもしれぬが、その点は充分御了解をいただきたい。

調査はつぎの四つに大別されるが、これらは全然別個に行うべきものではなく、当然相関連し、また同時に行われるものが多い。

- I 調査対象流域の環境調査
- II 崩壊地の調査
- III 沢に関する調査
- IV その他の調査



第 1 図

この I, II, III の関係は第 1 図のごとくで、調査対象流域は流域単位にとるのが望ましいのは当然であるが、林相別面積や降雨量などの資料を得るためには、流域単位にとるのが困難で、村単位などの行政区界で代行しなければならぬ場合が多い。また、調査対象流域が広い時には、調査対象流域をさらに数個の小流域に分割して調査すべきであり、最小の単位は一村とか一担当区とかの大きさ程度までとれば満足せねばならぬであろう。沢としてはどこまでを調査対象とすべきかは困難な問題で、単に沢の勾配何%以上とかで簡単にはきめられず、それぞれの現地の状況によつてきめられるべきで、常識的には、建設省系の河川工事や砂防工事の対象としての溪流工事まで考える必要はないが、治山工としての溪流工事が必要と思われる処まで、沢の問題は下つて調査する必要がある。

I の項目としてはつぎのことが考えられる。

1. 気象要素 主として雨と風であるが、雨については災害時の総降雨量と最大時雨量の観測値があれば充分と思われるが、これがなければ、天水桶やバケツに溜つた工合とかその他の間込みなどで大略の見当をつけることが望ましく、また、過去の大雨記録を調べる必要がある。風も平均風速とか最大風速の観測値があればよいが、なければ倒木その他から大略の見当をつける。その他の気象要素としては、寒い地方では霜柱・凍結を起す低温の状態

を調査しておくのも、崩壊地復旧や治山工施行の参考になるなど、その地方の特有なことを調べる。

2. 地質、地形 地質は地質学的見地からは重要であるその生成の時代とか、岩石学的見地からは重要である岩石の成分鉱物などに重点をおくよりは、調査の目的からして、基岩の傾斜・走向・風化の程度・強さとか、流域の本流の左岸・右岸で、あるいは上流・下流で、何かいちじるしい違いがあるかなどを調べることが必要と思われる。地形は、幼年期とか老年期とかのその時代と、平均傾斜とか起伏量とか谷密度などの起伏に関することを地形図から求め、その他は現地調査で気付くこと、例えば以前から地中の頻発した区域であるなどを調査する。

3. 土壌 これも土壌学的にその化学成分を調査したり、精密な断面調査をしたりすることは実行困難であるので、崩壊現象との関連でその流域の土壌は浅いか深いか、構成材料として礫が多いとか粘土が少いかを調査し、生産地復旧との関連で土壌の養分関係例えば腐植分が少いか、土壌化が進んでいないとかの肉眼的調査に終らざるを得ない現状である。ただ、我々も崩壊現象との関連で、土壌を一部実験室に持帰り、粒径組成・流出限界など崩壊と関係が深いと思われる土の力学的性質の一部を測定している程度に過ぎない。

4. 地被 林相は当然地質や傾斜などによつて異なってくるので、林相・傾斜・地質別面積（これは例えば林相が5階級、傾斜が5階級、地質が3階級に分けられた時、 $5 \times 5 \times 3 = 75$ の各階級のそれぞれに属する面積の数字を明らかにすることである）がつかめれば文句ないが、現実には不可能の場合が多いので、実際には村単位などの地被状況別面積（林地、原野、耕地、その他などの区分）、林地については樹種別面積（針葉樹林地、広葉樹林地、混交林地、伐跡地などの区別）とさらに細かくは樹令別面積、天然林・人工林別面積などまで判れば充分といえよう。蓄積量なども判ればよいが、それなど森林の地上部分に精力を向けるよりは、森林の地下部分すなわち根の進入状態や、地面付近の状況すなわち地被植物の地面被覆状態をつかむべきで樹種・草種にしても植物分類学的に詳細に調べるよりは、崩壊との関連、生

産地に復旧するの観点で概略を知る程度で充分であろう。また、林相も現況を把握する一方、既往からの植伐関係、伐採・搬出時の地面擾乱の程度など、保全的見地の観点で必要なことを調査すべきである。

5. 災害の歴史 現在発生した災害の状況は、II、IIIの調査などで知られるが、調査対象流域全体については、既往の災害状況の規模を概略なりとも間込み・文献などで調査することが必要である。これは今後の災害発生の予測に重要な資料となるからである。

6. 既往の保全施設の概況 調査対象流域全体について、既往の保全施設すなわち治山工事や保安林の分布、あるいは下流では建設省系の砂防工事や河川工事の行われた程度の概況を調査する。

以上の調査対象流域の環境調査は、その対象面積も広範囲にわたるのが普通であるので、これをいちいち実測等で調査して歩くことは、実際の場合に不可能に近いので、できるだけ既往の資料・文献あるいは間込みなどで現地調査の不足分を補う以外にはない。

IIの調査項目としては、次のことが考えられ、これはできるだけ実測することが望ましい。

1. 崩壊地の地況に関するもの 位置は概略は5万分の1地形図などに図示できるが、さらに細かくは、その発生位置が山頂からであるとか、山腹中途からであるとか、山脚であるとかを調査する必要がある。方位はその角度を実測すればよいが、時間の余裕がなければ、N, S, W, Eの4方向またはその中間も考えた8方向ぐらいで事足りる場合も多かろう。傾斜は周囲の状況から崩壊前の山腹傾斜の推定と崩壊跡地の傾斜の実測を行うが、崩壊前後とも縦断面形の概略の形、例えば中凹、中凸上部急下部緩などをつかむ必要がある。地質は大局的にはIの調査結果と同じであろうから、ここではさらに局所的な状況、例えば基岩の成層状態とか、褶曲の程度がいちじるしい場所であるとか、風化の程度がいちじるしく亀裂が多いとか、などの調査が必要である。土壌も地質と同じく、大局的なことはIの調査結果と同じであろうから、ここでは崩壊跡地の周辺断面から、崩壊前後の断面概況をつかむことである。地被状況は大ていは、崩壊跡地の上下・左右などから崩壊前の状況

を想定する以外にないが、崩壊跡地の底や側縁から樹根が切断されたか、抜けたかなど地下状態の調査に努力すべきである。

2. 崩壊現象に関するもの 崩壊の型についてはいろいろの分類があるが、現在決定的と思われるほどの分類が確立されている訳でもないで、取あえずは山腹崩壊（山腹自体に原因があると思われるもの）、溪岸崩壊（溪流の縦横侵蝕が原因するもの）、両者のつながったものの3区分で事足りると考えられ、今後も移動が起るような地圧性崩壊の場合はそれを付記する。崩壊の形状についてもいろいろ分類されたものもあるが、崩壊の形状はその地質・地形・原因などが総合されて現われたものと考えられ、その点まで充分分析されて形状の分類が行われているとは思えぬので、崩壊の形状も取あえずはそのままの形を図示するのが無難であろう。崩壊の長さ、幅を実測することは非常な労力・危険を伴うので、距離計を使用するか、目測に熟練するかが望ましい。これと傾斜から崩壊面積が計算できる。崩壊の深さは平均か数箇所で実測か目測し、以上から崩壊体積が計算できる。また、崩壊土石は災害時に全部沢へ流出するとは限らず、崩壊地内に残留することもあるので、その残留土量（崩壊土石量の何割程度かを目測で定めても可）と大体の残留状況（崩壊地の下部1/3に平均厚さ2mで堆積などと）を調査する。崩壊の発生時期は、目撃者でもなければ一般には判らぬが、判る場合は記載する。崩壊の原因も想定による訳ではあるが、溪流の蛇行とか、断層破碎により基岩の風化・粘土化がいちじるしいとか、植生が疎であつたとか、推定原因（もちろん原因は一つとは限らず、数個の原因が重なる場合もある）を記する。崩壊跡地の侵蝕状況は、表面侵蝕がはげしく草の進入も見られぬとか、rill（雨裂、細溝）やgully（雨谷、地隙）が諸処に見られるなど、侵蝕に対する安定、不安の状況を調査する。崩壊の拡大の危険度は、これも予測であるが、崩壊跡地の現況や周囲の地形などから、今後の拡大の可能性を推察する。

3. 治山工に関するもの 崩壊地及びその付近にはどんな治山工があつたか、治山工があつたならそれは崩壊防止にどんな効果があつたか、また、治山工の破壊状況はどんなであるかなどを調査する。

4. 特殊事項について これは崩壊した処は以前から湧水があつた処であるとか、以前の地圧跡地が再び崩壊したものであるとか、3年前林道工事のため盛土した処であるとか、などその崩壊地について特異なことがあれば記載する。

以上は崩壊について述べたのであるが、地圧地の調査の場合には、崩壊地の調査と大略は同じであるが、地況としては地圧地域の上方に沼があるとか、下端の溪流の侵蝕状況など周囲まで拡張して調査する必要があるし、地圧現象としては地圧地域上端の地圧崖・地割れ、側縁の崖・地割れ、下端の隆起状況や、移動の速度・方向の調査をつけ加えねばならぬし、崩壊の深さの測定のために地圧面の深さを推定するなど、地圧地に適する調査方法・項目をつけ加えたり、変更したりすることが必要である。

Ⅲの調査項目としては、つぎのことが考えられる。

1. 全般的事項 流域面積は5万分の1地形図から計算できる程度のものはそれでよいが、それが不能な程小さい時は概数を目測する。沢の勾配は最急から最緩までの大体の範囲と平均的な勾配の値を実測する。沢の横断面形はU字形・V字形などを調査する。蛇行の程度は現地調査で大・中・小の3階級ぐらいには分類できるであろうし、5万分の1地形図にある程の沢ならば、最上流点と最下流点の直線距離で沢の全長を割った数値で示すのも一法であろう。災害前の沢の縦断測量の調査結果があるかどうか調べてみる必要がある（これがあれば災害後の沢の縦断測量の結果が比較できて、非常に生きた資料となってくる）。その他洪水時の最高水位、最大流量の測定もあるが、これは別稿（水関係の調査）に詳述されるはずであるので省略する。

2. 洗掘・堆積に関するもの 沢の洗掘された区間の長さ、平均幅、平均深さを調査する。沢の堆積は洗掘と違って現地調査でも明らかに確かみ得ない場合が多いので、地元民からの聞き込みなどで区間の長さ、平均幅、平均厚さを推定する。土石流などで沢がいちじるしく荒廃するか変化している時は、その概況を記載する。沢の堆積物については、その源（堆積中の礫が円ければ上流から、角張れば両側の山腹からと想定するとか、今回の災害で一度に堆積したか従前から徐々に堆積したものかなど）、材料（岩石の種類、礫の大

きさ、堆積の粗密など）、原因（沢の勾配が急に緩になったためとか、狭窄部で流木がつかえたためとかなど）、安定度（今後また流失する危険性の大小の推定）などを調査する。洗掘された物についても、残留物から以上の堆積物と同じことが判るならば、調査する。また、もし調査時間などに余裕があれば、災害前の溪床縦断測量が行われている処は、是非災害後の溪床縦断測量を実施するのが望ましい。

3. 治山工に関するもの これは崩壊地の調査と同様に沢の治山工について調査する。

4. 森林に影響するもの これは溪岸の森林あるいは下流では川岸林・屋敷林などが、沢の洗掘・堆積または土石流などにいかに作用したかを調査する。

Ⅳの調査項目としては、つぎのことが考えられるが、これはそれぞれの地域の特色により、さらにいろいろとつけ加えるべきものが多い。

1. 山地荒廃の下流への影響 水害時の山地荒廃が、調査対象流域外の下流にいかなる被害・影響を及ぼしたかを調査する。

2. 下流の施設・産業の概況 これは調査対象流域及びその下流に、発電ダム・耕地・都市など山地荒廃の影響を直接、非常に受ける施設・産業がどの程度にあるかの概況を調査する。

3. 調査対象流域の全流域に対する関係 これは調査の対象とした流域が、保全的見地及び産業的見地からして、全流域の中でどの程度の比重をもつものかを確かめることである。

以上のⅣの調査項目は、今後の災害の予防対策樹立、災害を受けた地域の復旧方針・林業経営方針の確立、治山の必要性判定には欠くことのできない資料と思われるが、短時日の間に調査することは困難であるので、できるだけ他方面の調査結果や既存資料を利用せざるを得ない場合が多かりう。

以上Ⅰ～Ⅳの調査について述べたが、これを簡単に表の形にして示したのが第1表である。第1表に示したことは、もちろん前に述べたように、まったく参考の意味合でかかげたもので、決して確定したものではない。また、これだけの事でも、広い地域を限られた経費・日数・人数で調査するのは容易なことではないので、災害前にでも調査可能なことについては、現地調査

第 1 表

Ⅰ . 調査対象流域の環境調査

1. 気 象 (雨, 風, 低温など)
2. 地 質, 地 形 (基岩状況, 起伏状況など)
3. 土 壤 (深淺, 構成材料, 養分関係など)
4. 地 被 (地被種類別面積, 根の進入状況, 地面被覆の程度, 植伐関係など)
5. 災 害 の 歴 史
6. 既往の保全施設の概況

Ⅱ . 崩壊地の調査

1. 崩壊地の地況 (位置, 方位, 傾斜, 縦断面形, 地質, 土壌, 地被など)
2. 崩壊現象 (型, 形状, 長さ, 幅, 深さ, 残留土量・状況, 発生時期, 原因, 跡地の侵蝕, 拡大の危険度など)
3. 治 山 工 (種類, 影響, 破壊状況など)
4. 特 殊 事 項 (備考 地況の場合は適宜追加, 変更)

Ⅲ . 沢に関する調査

1. 全 般 的 事 項 (流域面積, 勾配, 横断面形, 蛇行程度, 災害前の縦断, 最高水位, 最大流量など)
2. 洗 掘, 堆 積 (洗掘の長さ・幅・深さ・堆積の長さ・幅・厚さ, 土石流状況, 堆積物の源・材料・原因・安定度, 災害後の溪床縦断など)
3. 治 山 工
4. 森 林 の 影 響 (洗掘, 堆積, 土石流などへの作用)

Ⅳ . その他の調査

1. 山地荒廃の下流への影響
2. 下流の施設, 産業の概要
3. 調査対象流域の全流域に対する関係

既存資料によつて事前に準備しておくのが望ましいし、他面限られた経費・日数・人数の制約下では、調査の目的によつてそれに合致する項目だけを重点的に調査せざるを得ない現状でもある。要は余裕があれば、その調査結果が他目的に利用し得るような調査をすべきであり、反面調査目的に則した結果の得られるような調査を行うべきであるということである。

五、む す び

林業技術者として水害による山地荒廃を調査することは、災害の研究を目的とするのでなく、災害防止対策の樹立を目的とするものであること、治山には非生産地を生産地化する産業的性格と森林の国土保全機能を中心とする公益的性格の二面があるため、他の林業調査とは異なつた調査方法がとられるべきこと、の二点からして、確立された調査方法を提示するというよりは、いろいろの問題点を示して、今後の進展を期したのが本稿の趣旨であつた。しかし、従来の方法の欠陥などとかその他強調しすぎて、先輩諸兄の御努力・業績に対して批判がましく読者が感じられる点があれば、それは筆者の意図とは異なるので、表現方法の不備と拙文の故と御寛容を乞う次第である。

(林業技術、1955年4月、158号より)

III 森林風害調査について

玉 手 三 葉 寿

1. ま え が き

昨年は北海道から東北地方の北部にかけた大きな風害が2度も発生し、ことに9月に襲来した15号台風による風害はきわめて大きく、森林被害材積は約6000万石という未記録の大災害を起し、森林風害の恐るべきことを如実に見せられた。このような大風害は珍しいが、風害は全国的に見ると毎年所々に発生している。統計は少し古いが、昭和23年林業統計要覧によると、昭和7～19年の13年間の森林被害面積は年平均にして見ると、約347,000町歩で、このうち風害によるもの約65,000町歩、森林被害総面積の約2割を占めている。人工林は比較的耐風力が弱いので、今後人工林が多くなると森林風害は増加すること明らかであり、暴風の多い我国では森林風害の防止

対策をたてることは、森林の保護育生上重要な問題であると思う。

森林風害が国有林に発生したときは、営林局では被害調査として林小班別に被害木の樹種・本数・材積・被害率・利用率などの調査を行うが、これは被害木の処置のため、損害額・被害木処分法などの調査を目的としたものである。この調査資料は風害防止対策の基礎資料としては貴重なものであるが、なお詳細な調査も必要である。昭和7年11月、中部・関東及び東北地方の南部にわたつて大風害が発生した際、山林局及び東京営林局において調査の必要が唱えられ、山田昌一氏と共に風害防止対策研究の目的を以て被害地の一部を調査したことがある²⁾。これが機会となつて、その後も筆者は大きい森林風害について数回調査を行った。森林風害の関係因子は頗る多く、気象条件のほか、森林の種類・施業法・地形・土壌・病虫害などあり、風害の実態もまたきわめて複雑である。それで風害調査も各専門からこれを行わなければならない。従来筆者の行つて来たものは、物理的観察を主とした風害調査で、森林風害対策を考えるための広い範囲にわたるべき調査から見ると、一部の基礎調査法に過ぎないが、今後森林風害調査が進められる上に多少の参考ともなれば幸いと思い、簡単に述べることにした。

2. 森林風害の関係因子

森林の風害は生物を含む自然現象であるから、関係因子は頗る多く、今思い及ばないものもあるであろう。それで関係因子を凡て調べ上げて見なければ風害現象の真相は解らないというべきであるが、目下の調査法としては、風害に大きい関係を持ち、風害防止を考える上に重要と思われる因子を選び、その条件の調査研究を対象とするものである。この関係因子には検討を加えべきものが多いが、主な関係因子と思われるものを表示すると次の如くである。

第1表 森林風害関係因子

気 象		地 形	森 林	土 壌	病虫害	森 林 周囲の 状 況
風	その他					
風速 (平均) 瞬間 強風時 継続時間 風向	気温 雨量 雪量	一般地形 局所地形 方 位 傾斜度	樹種 樹令 樹形 根系 林型 成立 施業	土質 深さ 含水量	種類 発生部位 程 度	森 林 無立木地

この関係因子中気象は風害発生の直接原因となるもので、地形・森林・病虫害・土壌等は間接原因あるいは素因である。風害防止対策のための風害調査法は、この素因の調査に重点が置かれなければならない。

3. 調 査 方 法

風害を発生する強烈な低気圧あるいは台風は、強風範囲が広いので、風害地は広汎な区域に所々に団状をなして現われる。これは地形が風力の変化に大いに影響するからである。風向・風力は大きい山岳・河川による大地形に影響されることは勿論であるが、局所的地形にも影響されるので、地形と風害の関係を研究するには、大地形の影響の現われる相当大きい区域の地形とその区域内の風害地の分布とを併せて見る概況的観察及び局所地形と風害発生の関係を見る細部的調査が必要である。また風害と樹種・樹形・被害種類・病虫害・土壌などとの関係を見るには矢張り細部的調査が必要である。それでこの風害調査を(1)概況調査と(2)細部調査の2つとする。

(1) 概 況 調 査

森林風害の発生は地形と森林状態に関係する所が大きく、強風地帯に所々に団状的に現われる。この風害団地を包含する区域を風害区域と名付ける。概況調査においては、風害区域の地形図に被害団地の区域と共に被害程度を

記入するのであるが、国有林にあるような林小班区劃図面があれば最も便宜で、先ずこの図面に被害区域を記入し、この図面から5万分の1あるいは1万分の1の地形図に被害区域と被害程度を記入する。被害程度はたとえば、被害散生(被害率30%以下)、弱度(同30~50%)、中度(同50~80%)、激甚(同80%以上)の4階級に区別する。図1は昭和9年9月発生した室戸台風のときの魚梁瀬及び

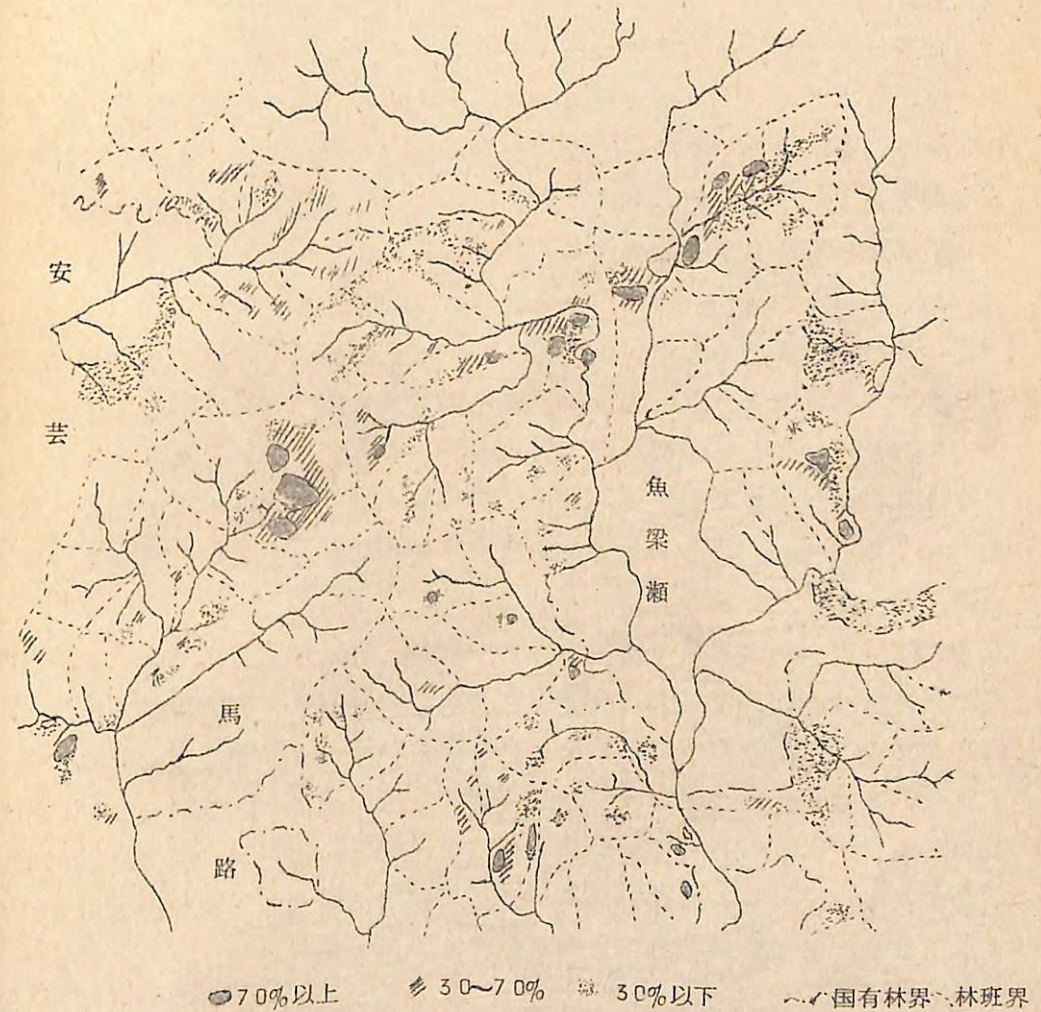


図1 魚梁瀬、馬路国有林風害分布図(昭和9年9月室戸台風による)

び馬路国有林の森林風害区域の一部である。なおこの調査の際既往風害地があつたときは、その箇所を同図面に記入し、発生年月日・被害数量などを調べておけば、風害概況観察に大いに参考になる。風害を発生した強風は顕著な台風か低気圧であるから、発生年月さえ解ければ当時の気象状況を知ることが容易である。

この概況図と林相図によつて概観的に風害についてのいろいろのことが知られる。もつとも風害地によつて観察される事項も異なるのであるが、たとえば被害激甚団地は風害区域の所々に数ヶ所集つて現われる。激甚地の集団の多い所は強風の当つた所と見てよい。強風地帯でなかつたと見られる所に被害激甚団地が多いときは、他の原因例えば、森林の種類・施業・病虫害発生との関係などによつて現われたもので、特に風害に危険な森林であると見てよい。また既往風害地が被害激甚地付近に現われていると（このような場合は割合に多い）、その付近は風害危険地とみて差支えない。

この調査は被害団地ごとに、位置・面積・森林概況・被害率などを目測によつて調べるのであるが、広大な面積にわたつて調査を行うことは容易でないので、営林局において行つた被害調査書があれば、それをもとにして被害概況表及び概況図を調製する。最近航空写真による森林調査が行われるようになったので、これを利用すると被害概況は速に知ることができる。

(2) 細部調査

これは風害と局所地形・樹種・林型・樹形・病虫害・土壌等の関係を詳しく調べるための調査で、適当な団地を選んでこれら風害関係因子と風害状態の調査を行う。この調査には見取調査と実測調査の2つがある。見取調査は1被害団地あるいは団地が接近して数個あれば、それを1区域として、やや細かに被害状況を表わす見取図を踏査によつて作り、観察によつて被害状況を研究するものである。実測調査は被害団地の中に適当な小区域を選んで、被害状態を実測し数量的に被害と風害因子との関係を検討するものである。

a. 見取調査

風害は斜面凹地・沢の曲り箇所・鞍部・山腹の台地など特徴ある地形の所に多く発生するが、1つの風害団地の中でも局部地形・森林状態・土壌など

によつて被害状態が異なる。これを見るには被害見取図が最もよい。これは図2に示すようなもので、見取地形と共に記号によつて根返・幹折・傾斜木の倒れた方位と被害程度を記号の数の密度によつて示したものである。普通の風害地は根返及び幹折被害が断然多く、両被害を併せると少くも被害本数の9割を占めるので、根返及び幹折被害数によつて、被害程度を表わすことができる。なおこれに被害状態の写真と被害団地ごとの森林及び被害概況の説明をつけるものである。

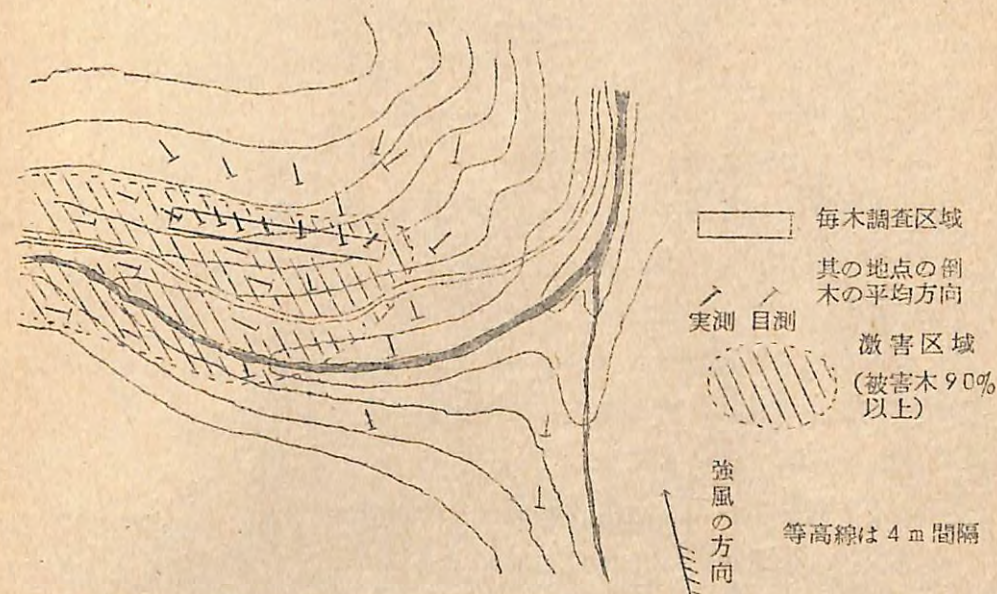


図2 風害状況見取図

昭和24年8月キティ台風による浅間経営区98万カラマツ造林地の風害

図2は昭和24年8月キティ台風によつて長野県の国有林に発生した風害地の見取図である。なお被害状況説明の1例を示して見ると次の如くである。

団地番号	場 所	被 害 記 載
I	〇〇事業区〇林班 〇小班〇〇沢筋	アカマツ造林地20年生、平均直径6cm、樹高平均6m、生育普通よりやや悪い、ha当本数約1500本、周囲の林相と変りなし。 風害斜面が一般強風方向にほぼ垂直で強風を受けたが、また沢を上つて吹いて来た強風が強く当つたと思われる。幹折、根返半々位、被害率70%、砂質壤土、深さ30～40cm。
II	〃	同上造林地、Iよりもやや疎林で、ha当1200本位、風害斜面は強風方向から見てななめ背面になるが、風害地の東寄りに鞍部があり、これから強風が吹き込んだものと沢を上つて来た風が強く当つたものと思われる。幹折80%、根返20%位、根返は沢沿に多く発生、被害率80%。

このような調査資料を多数得ることによつて、風害と地形（たとえば、風害の起り易い地形）・地形と風向風力の変化などを知り、また樹種・林型と耐風性の関係なども観察できることになる。見取調査は風害実態調査の重要な作業であるが、磁石とテープなどの器具を用いる外は凡て目測によるものであるから、個人誤差を伴い易い。それで重要な被害場面の被害の判断などは、調査員で充分検討の上決めることが必要である。

㍑. 実 測 調 査

この調査は風害団地の中に調査帯または調査区を設け、その中で風害関係因子及び風害木について各種の測定を行うものである。調査帯は主に局所地形と風害との関係を観る目的に用いられるが、同時に樹形・樹種・土壌などとの関係を観察できる場合もある。最初から、樹種・林型・樹形などと風害の関係を調査する目的のときは、立地条件に部分的に変化のない風害場面に調査区を設けて調査を行う。なお調査帯も調査区も見取調査を行つた風害団地の中に設けることとする。

調査帯の幅は幼壮令林で立木本数の多い林分は10m位にするが、造林地でも天然林でも大木になり立木本数が少ないときは20m位にする。長さは被害地と地形の変化をできるだけ含むように、谷から峰、谷の両側山腹に風

害地があれば両斜面にわたるように、あるいは方位と風害の関係を見るときは山の周囲を廻つて断続的に帯を設けるなど現場に応じて設定する（図3参照）。帯の長さは両端に無被害地を含むように延長する。地形の変化の細かい山地では長さは50～100mで足りるが、地形の大きい場所では200～500mにも達する。あまり長くなり地形及び被害状態に変化のないような部分があれば、適当に区切つて除外しても差支へはない。

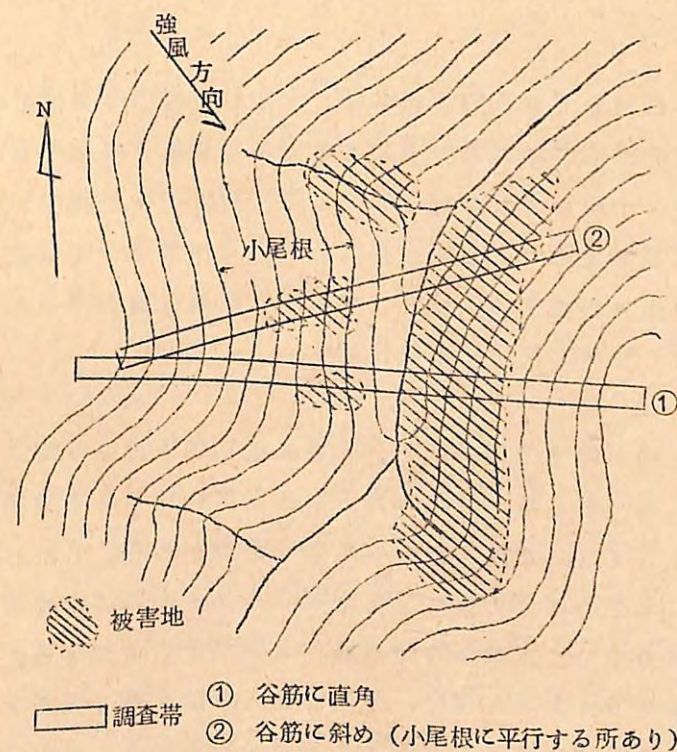


図3 調査帯設置図

昭和7年11月、草津宮林署 長野原カラマツ風害地

調査区は樹種・樹形・林相・病害などと風害の関係を見るため、部分的に立地条件（傾斜・方位・風当り・土壌など）の変化のない場面で、樹種・樹形など変化のある場所に風害を発生した所に設定するものである。それで風害団地が多く発生しても、適当な場所は中々見付け難いので、踏査の際十分に注意しなければならない。また調査区の場所を選定しその区劃を決めると

き、面積を広く取れば調査木（被害木及び無被害木）本数を多く取ることができて統計上の確らしさを増すわけであるが、面積を広くすることによつて、ややもするとその区域の部分によつて、風当りや土壌の異なるような立地の変化ある部分を含むことになつて、かえつて所期の結果を得られないことになるので、調査区の区劃を決めるにも注意を要する。なお調査区の形は立地条件から決められるものであるから、いかなる形でも差支えはなく区劃さえはつきりしていればよい。

次に調査の対象である調査事項は、大別して被害の原因と被害状態の2つである。被害原因には直接原因である当時の気象と素因である地形・森林状態・病虫害・土壌などに類別され、被害状態は被害の種類・程度などである。これらの事項も更に細部事項に分けられ、それによつて調査が行われるのである。調査事項の被害原因は才1表に示した風害関係因子と同じであるが、次に調査法の要領と併せて簡単に記す。

(i) 気 象

強風は風害を起す直接原因で、風害に対し最も重要な因子である。また強風のとき、雨・雪あるいは雨水などが一諸に発生すると被害を増大するので、気象因子としては、これらのものも知る必要がある。しかし風害はおおむね山奥に発生するので近くには気象観測所がなく、もよりの測候所や観測所から観測資料を求めて風害地の気象状況を推測するのである。測候所などから求める気象観測資料としては、平均風速・瞬間風速・気圧・気温・雨・雪の量などで、風害発生当日及び前日の毎時の値を知ることが望ましい。これらの気象資料は森林風害の発生条件を研究するのに役立つもので、風害防止対策を考えるには直接には必要ではないが、防止対策を考えるには森林風害発生条件も知らねばならぬので、矢張り気象状況を知ることが必要になる。

風について風害防止対策に取上げられる問題は、風速よりも地形による風向・風速の変化である。風害地の風速はもよりの測候所の観測資料をもととして被害状況・地形などより凡そのところを推測するほかはない。風向は根返木・幹折木の幹の倒れた方向から判断する。いずれにしても推測によるも

のであるが、もし風害発生当時風害地付近に居合せた人のあるときは、風害発生時刻・風向・風速・降雨の状況などをきき取ることが肝要である。また被害発生状況もきき取ると風害発生条件の研究などに参考になる所が少くない。なお災害時の記憶は判然しないものが多いので、出来るだけ多くの人からきき取ることが必要である。

(ii) 森 林 状 態

森林状態は風害の大きな素因である。調査の細部事項としては、樹種・樹齢・樹高・植下高・胸高直径・樹冠の大きさ・根の大きさ・立木度・森林の成立・生育状態・施業関係などで、調査の目的によつて重点的に取上げる。実際被害地に於ては、被害前の森林状態は解らないのであるが、調査は被害木取片付け前に行うこととし、被害木と無被害木を全部調査することによつて被害前の状態もほぼわかる。また近くに被害林分と同じ状態の無被害林分が残つていれば、それによつても知ることが出来る。

(iii) 土 壌

砂礫質の土壌や湿地では林木の根が浅く、根返りの被害にかかり易く、土壌もまた風害に深い関係がある。土壌の記載は樹体を支えている大根の進入している深さ・土質・乾湿などで、1つの調査帯で部分的にこれらの状態に差のあるときは特に注意して記載しなければならない。土壌状態は根返木の根のぬけあとによつて土壌断面が判明するので、それによつて調査する。土壌の乾湿は平常は沢沿いの所が多いが、降雨多量のときは沢沿いは勿論であるが、滲透性の多い土壌・山裾・山腹斜面でも緩斜地・窪地は水分が停滞して土壌水分を増加するので降雨を伴つた場合は、このような点も推察しなければならない。

(iv) 病 虫 害

林木には壮令を過ぎる頃から幹や根元に病虫害がつきやすくなり、老令になると益々多くなり風害誘発の大きな素因となる。病虫害のあまり多くない林に於ては毎木調査の際、その発生の有無・発生部位・程度の観察をして記載する。病虫害の発生が多い森林については風害発生大きな原因となつていのであるから、風害防止対策を研究する上にも病虫害と風害の関係を

詳しく調査する必要があるので、専門家の調査に俟たねばならない。

(v) 被害状態

林木の被害の形には色々あつて、形態的に分類して見ると才2表に示す如くである。被害状態の調査には、被害毎木について被害の種類とその状態、例えば、幹折木については幹折の細別・幹折高・幹の折れた方向、根返木については幹の倒れた方向・根の大きさ（直径及厚さ）、傾斜木については方位

才2表 林木の風害形態分類

樹体の部位	被害名称 (種類)	説明
梢 頭	梢 曲	梢のみ曲るもの
	梢 折	梢のみ折れるもの
主 幹	割 裂	立木のまま主幹に裂傷の入つたもの
	幹 折	幹が折れたもので、折れ方によつて次のように細別する
	挫 折	主幹挫折するもの
	裂 断	主幹の折断部が割裂するもの
	剪 断	主幹の折断部が鋸で切つたように略水平に折断するもの
	捩 折	主幹の挫折部が捩れた如き形態を呈するもの
	傾 斜	幹が傾いたもの
	彎 曲	竹・カラマツ・スギの如く幹の彎曲するもの (雪を伴うとき多い)
根	根 返	転倒木及傾斜木で根の浮き上つたもの
枝	枝 折	太い枝の折れたもの
葉	破 損	強風のため葉が脱落、破損したもの
	変 色	変色したもの
幹内部	年輪離れ	外部からは見えないが年輪にそつて材に割れを生じたもの

及び角度などを調査する。また被害木と無被害木の比較をするため、被害木も無被害木も毎木について、樹種・樹齢・樹高・胸高直径・枝下高・樹冠の大きさ（直径）を調査する。尤も研究の目的によつてこれらの調査事項の必要なもののみを取上げて差支へない。実際林木の風害は、根返と幹折が大部分で、その他の被害は種類は多いが、現われる本数は少ない。只竹林やスギ・カラマツ・ヒノキなどの幼令の造林地には傾斜・彎曲木がときに多く生ずることがある。一般の風害地では、根返と幹折被害を併せると全被害本数の90%を下らないし、この被害は質的にも大きいので、実際問題としては根返と幹折被害に重点を置いて調査すればよい。

次に調査帯による調査法を少しく具体的に述べると、図3の如く風害団地の中に調査帯を設けて縄を以て周囲を劃す。帯の長さを例えば60m とすると一方から 10m 毎に6区に区劃して、第1区より調査を行う。その中の被害木及び無被害木に1号から通し番号をつけ、下記の野帳記載例の如き事項を調査して記入する（研究の目的によつて、記載事項は適宜取捨されるべきものである）。この毎木調査を行うと共に見取りによつて立木位置図（被害・無被害木共）・根返・幹折・傾斜木の幹の方向を記入した調査帯の平面図を描く。また調査員に余裕があれば平面図と共に立面図を作ると被害状況を概観する上に参考となる。

調査野帳記載事項

番号	樹種・樹齢	胸高直径	樹高	枝下高	樹冠巾	無被害種又は類	根返・幹折位	幹折高	傾斜木角度	根		病虫害	備考
										直径	深さ		

測定用具は磁石・輪尺・テープ・クリノメーター・簡便見透器等を用い、実測に手数を要する無被害木の樹高・枝下高・樹冠巾は目測とする。根返・幹折・傾斜木の方向は根元を中心として梢端の方向、傾斜は水平面となす角度、樹種には天然生・人工植栽の別を記す。土壌は所所の根返木の穴を見て全体的に記載する。帯の部分によつて著しい変化のあるときはその状態を記す。

以上述べた所を實行して野外の作業は終るのである。この概況調査・見取調査及び実測調査の資料から夫々結果が得られるが、その結果には一般的傾向と認めてよいものもあろうが、風害地の条件が特殊のものもあるので、特殊な傾向ではないかと云う疑問も考えなければならない。それで一般的な結果を得るためには調査を幾度か重ねて研究しなければならない。

野外の調査からどんな結果が得られるか、ここに調査帯による調査を例に取って見ると、調査帯の調査から考えられる風害要因と被害の関係には、樹種の耐風性・被害種類の発生数割合・樹高と被害発生数割合・樹種と被害種類・地形と被害発生数割合・地形と被害種類・樹形と被害発生・林分内被害木の分布・森林取扱と被害発生数割合・斜面方位と被害発生数割合などが挙げられるが調査した資料から結果を得られそうな問題について検討して見るのである。次にこのような調査によつて得た結果の2・3の例を示して見よう。

(1) 樹種と被害種類並罹害率

昭和9年の室戸台風のとき高知営林局管内に於て調査した樹種と被害種類並罹害率は次の如くである。

第3表 樹種と被害種類及罹害率(針葉樹表)

	スギ	ヒノキ	ツガ	モミ	クロマツ	ス(旧藩造林)	ス(造林34年生)	ヒノキ	天然生平均
梢切断	9	4	4	13	24	0	0	0	7
裂断	15	4	14	23	21	10	3	4	14
剪断	8	0	13	9	0	25	9	1	10
挫折	4	26	8	13	17	1	1	1	6
捩折	0	0	1	0	0	0	0	0	1
根返	63	62	55	42	21	64	87	88	58
傾斜	—	4	4	0	0	0	0	6	2
枝折	1	0	1	0	17	0	0	0	1
計	100	100	100	100	100	100	100	100	100
被害率	58	46	50	94	24	83	92	91	60
激害	90	92	91	87	59	100	100	94	90
微害	10	8	9	13	41	0	0	6	10

(2) 被害種類の発生歩合

昭和7年11月の台風による浅間山麓に発生したカラマツ造林地の風害の被害種類の発生歩合は次の如くであつた。この造林地は10～15年生のカラマツ林であり、強風と同時に降雪があつて、これが樹冠に氷結したので傾斜・梢折の被害が特に多かつた。

第4表 被害種類別発生歩合(%)

調査帯	無害	梢曲	梢折	傾斜		根返	幹折
				15°以下	15°以上		
草津第一標準地	2.3	—	21.7	24.0	48.1	—	3.9
同第二標準地	3.0	4.5	7.5	28.3	38.8	6.0	11.9
谷筋に直角なる箇所							
同暴風方向に直角なる尾根筋	9.6	8.5	9.6	35.1	27.6	3.2	6.4
草津第三標準地	2.1	5.3	2.1	26.6	39.9	7.5	16.5
平均	4.1	4.6	10.2	28.5	38.6	4.2	9.7

又昭和24年8月関東地方に襲来したキティ台風によつて、再び浅間山麓カラマツ造林地に相当広範囲に亘つて風害が発生した。調査帯3ヶ所を設けて調査した結果は、前記昭和7年の風害状態と大部異なり、被害種類別発生数割合は次の如くであつた。

第5表 被害種類別発生数割合(%)

調査帯	根返	幹折	彎曲	傾斜	梢折	無害
I 浅間経営区(80い)	75.3	2.9	—	1.9	—	19.4
II “ (102い)	76.2	0.6	—	3.6	1.2	18.4
III “ (98ろ)	82.6	7.2	1.5	7.2	—	1.5

このときの被害は特に根返が多かつた。これは造林木も17年を経過して太くなつたこと、前回より風力が強かつたことと、更に豪雨を伴い風害発生時までに約200mmの大雨が短時間に降り、滲透水によつて土壌が柔らかくなり、

根の支持力を減退せしめたことなどによるものと思われる。

4. あとがき

森林風害の防止対策をたてるには、森林風害現象に関してあらゆる方面から研究した資料に基かなければならないのであるが、就中森林風害の実態調査の結果はまず最も重要な資料である。ここに述べた森林風害調査法は、森林風害の実態調査の一部で、風害の直接原因である気象、素因である地形・森林状態・土壌などと被害との関係を物理的観測によつて行うものである。風害の素因は頗る多く、また実態現われる風害の状態は多様多様であり、風害対策資料を得るためには多数の風害現場の調査を行わなければならない。また風害の防止対策は林業的手段によることを考えなければならないので、造林・施業・病虫害関係の専門的調査が必要で、これらの調査結果を総合して防止対策が得られねばならない。

風害は毎年各地に発生するが、風害地の条件、被害の状態は箇所毎に異つていて、各専門から見ると恐らく調査に適する風害地は割合に少なく、数年に1回現われる程度であろう。昭和9年の室戸台風によるもの、昭和29年の15号台風による森林風害の如き大風害は数10年に1回見るもので、調査に適する風害現場はなかなか得難いものである。それで専門分野から適当と見られる風害が発生したときは機会を逸せず調査を行うことが肝要と思われる。

森林風害は生物を含む自然現象で極めて複雑であり、物理的現象の面に限つても調査研究が非常にむづかしい。それは多数の現場の調査をして総合検討をして見なければならぬこと。また複雑な現象のために、事項によつては現場調査のみでは断定が出来ず、実験によつて証明を必要とするものもあるからである。地形や林型の模型による風洞実験などが必要とされるのもこのためである。このような実験は現場の調査の結果と相俟つて、問題をより速かに解明し、また実地調査の結果を証明する方法ともなるものである。

参 考 文 献

1. 河田 杰： 1地点の局部的暴風方向の判定、森林治水気象彙報第2号、林業試験場、大正12年

2. 玉手三稗寿・山田昌一：昭和7年11月14～15日の台風による森林の風雪害報告、東京営林局々報第5号、昭和8年
3. 大阪営林局：昭和9年9月台風被害調査
4. 玉手三稗寿・種子島秀彦：森林保護上より見たる風水害調査報告、高知営林局叢書No1、昭和10年
5. 玉手三稗寿・高桑東作：キティ台風に依る森林の風害、林業試験集報第59号、昭和25年
6. 玉手三稗寿：森林の風害、林業技術シリーズ 15、昭和25年
(林業技術、1955年4月、158号より)

IV 雪 害 調 査 方 法

林 業 試 験 場

雪 害 研 究 室 ・ 案

前

書

雪害と称せられるものにはいろんな種類がある。しかし、雪のもつ力による森林の破壊を対象にして見ると、次のように大別できるであろう。

1. 静的な雪の力による害(雪圧による害)

a. 冠雪荷重による害

{ c. 積雪の沈降、匍行力による害

2. 動的な雪の力による害(“なだれ”による害)

この両者により生じた森林、樹木、あるいは林地の被害には結果として似た形であられるものが多いが、

(1)はいわゆる雪圧によるもので動的な積雪の移動により生ずる力ではないので、積雪の移動速度等を考える必要がすくない。主として、ある範囲の雪の重さが、力として作用して起るものと考えてよいようである。

沈降力は簡単にいえば、積雪が重力方向に雪の重さ、変質等によつて、しまる(沈む)場合に雪中に埋まった物体に作用する力である。

匍行力は斜面の積雪が重力により、斜面下方へ移動する場合、斜面に立つ物体に作用する力である。

いずれも、その作用をうける物体で、ささえられた積雪層の重力が主原因になっているから、物体で、ささえられる積雪層のもつ凝集力とか摩擦力とかの内応力が関係してくる。

積雪の強さが大であること、積雪の量が多いこと等により、これらの雪圧はある程度までは大きくなるのである。すなわち、雪圧には雪質や量が関係してくる。

(2)の“なだれ”は積雪がつもっている傾斜面で積雪の重さ、強さが関係して支え切れなくなり、全層あるいは表面からある深さまでの積雪層が、切れて崩落してくるもので、その深さは積雪の状態により数種に分類しているが、落下する雪塊の動的な力により破壊力を生じ、あるいは崩落した積雪により埋没されることにより被害を生ずるものであり、前者の静的な力に対し、区分して考えるべきものである。

ゆえに積雪被害は、少くとも、この二つに大別して調査方法をきめなければならない。

また、なだれ被害は森林のみならず、他の工作物、家屋、人命等に被害を生ずる上でも区分されるべきである。

ここには調査方法として考えられるものを全部あげたが、これが皆判明することは恐らくないのであつて、なし得るかぎり、各種要因を精査して記録にとどめるべきである。

次にこの両種の雪害につき区分して調査要項を示す。

A) なだれ災害観測要項

I 発生条件

1) 日時、場所

なだれ発生地名、個所と発生日、日時（はつきりしない時は推定でもよい）及び調査月日、調査者氏名、もし現場に国有林等の林班名等があればそれも付す。発生地はできれば地図上または略図に記入するとよい。

2) 気象（気温、風、日射、降水量）

積雪に対する気温の影響はきわめて大きく、 0°C を境にして融解凍結が起るので発生当日の気温及びその変化、風向及びその変化、風速及びその変

化、日射、降水量、及び最高最低気温等、なだれ発生の起因となる諸気象因子を調べる。当日の資料が得られない場合は、付近の区内観測所測候所等の観測値を記載するか、地元民の話を総合して、判断して、推定の気象因子を求める。

3) 地 況

i) 発生方位

方位は8方位、N, NE, NW, W, E, SE, S, SW, または16方位に分けて示す。

ii) 傾 斜

傾斜はなだれ地を発生区、崩落区、堆積区に区分し5度括約位で測る。それができない場合は堆積区より発生地を見とおした総体的な傾斜を測り記載する。

iii) 斜面の形態

なだれ地の斜面の形態を次のように区分して、そのいずれに入るかを記しておく。斜面の縦断面を下降斜面、平衡斜面、上昇斜面、複合斜面に、横断面を凹溝面、平滑面、凸溝面、複合面に分類する。

4) 雪質、雪量及び積雪の状態

雪質は別に掲げるようにできるだけくわしくしらべる必要があるが、できぬ時は見取図でもよいから記載しなければならない。

5) 林 況

発生現地を前記したように発生区、崩落区、堆積区に分け、林相、樹種、林齢を調べ裸地、採草地の場合は草の種類や地表面の状態を調査する。

6) 防止工法施行の有無

なだれ防止工を次のように分類し、そのいずれかがあればそれを記す。

A 被害を防ぐ工法

① 被害を直接防護する工法

石垣、擁壁工、柵工、防雪廊下

② 方向を変換せしめる工法

誘導工、雪割工

B 発生を阻止する工法

③ 発生を阻止する工法

柵工、杭工、階段工

④ 積雪を分散せしめる工法

土塁、板塀、擁壁工

これらの経過年数、被害状況、現状を調べる。

II なだれ調査

1) 規模

発生区、崩落区、堆積区の斜面長、幅員、傾斜角をそれぞれ実測する。

2) なだれの種類

なだれの種類を次の如く分類して記す。

そこなだれ 積雪の全層が地表上を崩落する。

うわなだれ 積雪表層部の湿った雪が崩落する。

いたなだれ 積雪表層部の風で運ばれて来た“シマリ雪”(風成雪)が崩落する。

こななだれ 積雪表層部の降りたての軽い雪が崩落する。

3) 形状

発生して停止するまでの形状を、扇状、带状、“くの字”状等に分け崩落途中の障害物を調べる。

III 被害状況

1) 人的被害

死傷者数及び遭難者の装備、職業を調べる。

2) 経済的被害

家屋、森林、道路、橋梁、その他工作物等の破壊状況及び損害額。

B) 雪圧災害観測要項

I 発生条件

1) 日時、場所

「なだれ」に同じ

2) 気象

「なだれ」に同じ

3) 地況

i) 方位

ii) 傾斜

「なだれ」に準じて調査し、あわせて四囲の地況をも加える。

4) 雪質及び雪量の状態

「なだれ」に準じて調査する外、冠雪被害に対しては、それを起した降雪につきできるだけくわしく調査する。

5) 林況

被害林につき、林相、樹種、林齢を調査し、その四周の林況もあわせて記載する。

II 雪圧被害

雪害林につき標準地をとり次の調査をする。

1) 毎木調査(樹高、胸高又は根元直径、樹冠長または枝下高、枝張)

2) 被害の種類調査

被害は被害部位を、根及び根元、幹、梢、枝の4種に区分し、被害を、抜け(倒れ)、曲り、割れ、折れの4種に区分し、その組合せで次図の12種の被害に区分する。

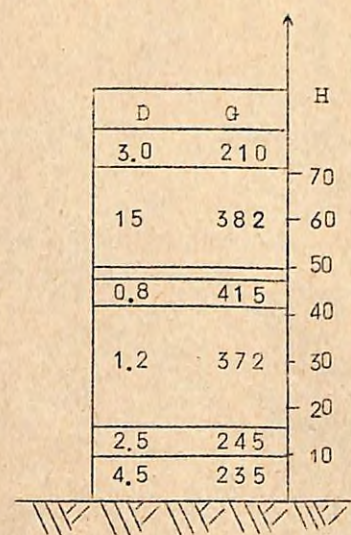
被害の種類 被害の部分	抜け (倒れ)	曲り	割れ	折れ
根 根元				
幹				
梢				
枝				

幹折れについては、折損高を毎木調査時に求めておく必要がある。

(調査標準地はなるべく、傾斜にそった帯状にとるのがよく、できれば被害全林毎木調査を行うべきである)

3) 被害原因

雪圧による被害は、積雪深の約2倍以下の積雪中にうずまるくらいの樹高の樹木では、沈降、匍行の害が多く、冠雪の害はそれ以上のものや、埋雪しないほど生長した木に発生する、被害そのものから両者は判別しにくい、こういう観点から被害原因を求めて記載する必要がある。



この雪質の測定は国際雪分類法に基いたもので、別記項目に従って測定を行い、その記載法も共通符号を用いた方が簡便、明瞭である。

次記の各因子を積雪の全層について調査し、各特徴のある層ごとに図のように記載する。

参 考 文 献

- 1) 四手井綱英 雪の国際的分類、蒼林 Vol. 3, No. 1
- 2) 高橋 喜平 雪崩防止林, 昭 25
- 3) 小出 博 山地の荒廃と地質、林業技術シリーズ No. 26 昭 26

(林業技術, 1955年4月, 158号より)

雪質	測定項目	共通符号	摘	要	記載例
	1. 密度	G	gr/cm ³ で示す		G 0.235
	2. 含水量	W	実測せず観察による。その場合大体次の5階級に分類する。		
			和名	要	符号
			1. 乾 (かわき) 2. 小湿 (こしめり) 3. 湿 (しめり) 4. 濡 (ぬれ) 5. 水 (みず)	$T \leq 0^{\circ}\text{C}$ 水分は認められぬがべたつく雪 水分は認められるが水はたれない 飽水していて水がしたたる 解け雪、水のあふれた雪	a b c d e 飽水した雪 Wd
	3. 不純物	J	ごみ、砂、岩屑、有機物、塩分等を重量%で示す		J5 (岩屑)
	4. 粒形	F	大体次の3段階に分類する。		
			和名	定義	符号
			1. 新雪 2. しまり雪 3. ざらめ雪	元の結晶形に近い形をもった雪粒 不規則な丸味のある枝をもった雪粒 丸味のある対称形態の雪粒	a b c
			更に新雪は次の如くその雪華の形態によって細分する		
			和名	要	符号
			角星 角針 立鼓 不凍	板状 柱状 枝状 樹型 規則型 雨電	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
	5. 粒径	D	代表的なものの平均径をmmで示す。雪華の場合は最大径(多数の雪華の場合は平均径)をmmで測って示す。実測ができないものは大体次のように分類する。		直径3~4mm D 3~4 粒径中 Dc
			用語	符号	大きさ
			微小 中 大 極大	a b c d e	0mm ~ 0.5 ~ 1.0 ~ 2.0 ~ 4.0 <
	6. 積雪の強度	K	直径約4cmのガラス管で雪層に平行に採雪し、ガラス管を水平に保ちながら、一方の口から徐々に押し出した場合、その雪の折れた長さをcmで表わす。		折れた長さ 25cm K 25
	7. 雪温	T	少くとも積雪の表面、中程、地面に近い部分の温度(°C)を測定する。		
	8. 積雪量	H	符号Hで示される数値は総て鉛直に測定したものである。 i) 積雪深cmで表わす。 ii) 積雪水量mmで表わす。 iii) 積雪深×密度×10で求められる。		積雪深 100cm HS 100 積雪水量 HSW
	9. 雪面状態		i) 雪面が乾いているか、湿っているかまた、その雪面が軟かいか硬いかを観察する。 ii) 雪面の形が平滑か波状か凸溝状か凹溝状か不規則かも観察する。 iii) スキーまたは徒歩で雪面に立った場合どの程度沈下するかを測定する。 iv) その他雪殻があるか、また雪面あるいは積雪層中に溝ができているか、その他雪面の色、光沢の状態等もできるだけ観察する。		

V.1 林野火災の現地調査について

岡 上 正 夫

まえがき 吾国には全国で2,400万町歩の林野があるが、林野庁の統計によれば、昭和23年より27年にいたる過去5年間において、林野火災の年平均出火件数は約1,700、同被害面積は約40,000町歩、金額にして3億円、火災1件当りの被害面積は22.5町歩となつてゐる。

このような損害を出来るだけ少なくするためにはどうしたら良いかということが問題になるが、それには先ず火災の原因、火災が大きくなつた理由、消防戦術の巧拙、防火施設の効果等について充分研究しなければならない。といつて実際に林野を焼いて研究したり、或は消防の練習をするということは、危険を伴うために容易に出来ない。従つて実際に林野火災があつたとき、これらの点について充分調査検討する必要がある。ではいかなる点につき、どのように調査検討すればよいであろうか。ここでそれを一応考えてみることにしよう。

I 火災の発生を防ぐための調査

先ず火災の発生を防ぐためには、どういう時期に、何時頃、どのような火源から、どのようにして火災が発生し易いかを知らねばならない。従つて、次の事項について先ず調査を行う必要がある。

- (1) 出火の月日時分及び鎮火の月日時分
- (2) 火災の場所
- (3) 被害面積及び損害見積高
- (4) 出火原因（例えば焚火の不始末、煙草、火入等の如く）
- (5) 出火者の業態（これはどんな職業、年齢の人が火災を起し易いかを知り、そうした人の注意を喚起するために必要である）
- (6) 出火点附近の状況（これは火源から火災へと、どのように発展して行つたかを知る上に必要である）
- (7) 当時の気象（火災の発生、拡大は、気象によつて著しく左右される。気象の正確な資料は、現地ではなかなかわからないから、最寄りの測候所の観測資料をうつしとり、参考にする。資料としては、過去1週間の

毎日の雨量、日平均湿度及び最小湿度、前日から当日火災が消えるまでの風向、風速、気温、湿度の自記紙の写しをとることが望ましい。なお山の気象は測候所のそれとかなり異なるところがあるので、風向・風力は、煙のなびき方、木の動き方等からの推定も必要である。

II 火災の拡大を防ぎ、火を消し止めるための調査

火災が発生したときには、どういうところで、どのような方法で火と斗えば、被害を最小限に止めうるか、ということが問題になってくるので、それを目標として調査を進める。それには先ず第一に地形図を用意しなければならない。

地形図としては 5 万分の 1 の他に 1 万分の 1 位の地形図が必要である。というのは、この位に大きくしなければ、普通の 5 万分の 1 の地図では、小さな地形の変化が見難いからである。又地形図の上に、色々な調査のメモが書ききれないからである。1 万分の 1 の地形図を作るには、5 万分の 1 の地形図を写真で複写し、それを引伸ばせば容易に出来る。もし適当な写真機がなければ 5 万分の 1 の地形図を乾板又はフィルムに直接焼付けつけて、それを引伸ばせばよい。このとき、縮尺をも写し込んでおくとう便利である。又予め 5 万分の 1 の地形図に、5 mm 毎に格子状に線を書きこんでおき、これもいつしよに写しこむと、踏査するときに便利である。写真の上には、インキ、鉛筆が付きにくいから、トレーシングペーパーにうつすか、又は地形図の上にトレーシングペーパーを動かぬように重ねておき、これに記入するようにする。

又経営案等により、被害地の樹種、林齢、林界等を書いた図面も必要である。

これらの用意が出来たならば、火災の現場で消防の指揮をとった人にまずその火災進行の概要をきき、次に各場所場所で直接消防に従事した人にきく。これはなるべく多くの人にきいた方がよい。と云うのは、山は地形が複雑で普通見通しが充分きかないため、1 人で火災全体の進行状況を観察し、記憶しておくことが困難なためである。

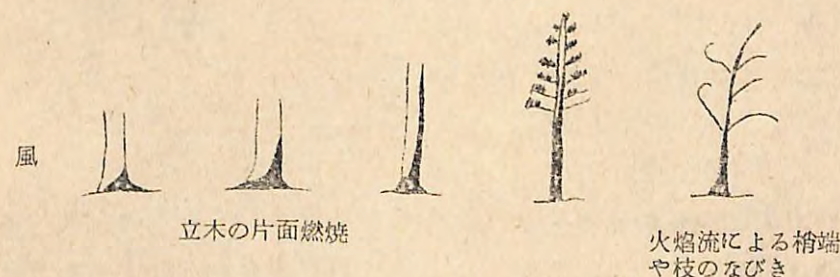
火が進んで行った方向がわかったら、これを地図に矢印でその方向がわか

るように記入しておく。各場所に火がきたときの時刻まで判れば一層よい。時刻が必要なわけは、それに基づいて火尖の等時線を描き、それにより火尖の進行方向、延焼速度がわかるからである。

又往々防火線を突破され、消防活動が失敗することもあるが、このときもその位置を図上に記入し、一応その理由もきいて調べておく。

風が強いときには飛火が起り易い。飛火があつたときには、飛火のもととなつた火の子の本体（伐採跡地に積んであつた杉皮が、燃えながら飛んで行って飛火を作つた例もある）、若し出来れば、何処から何処に飛火したかも調べておく。

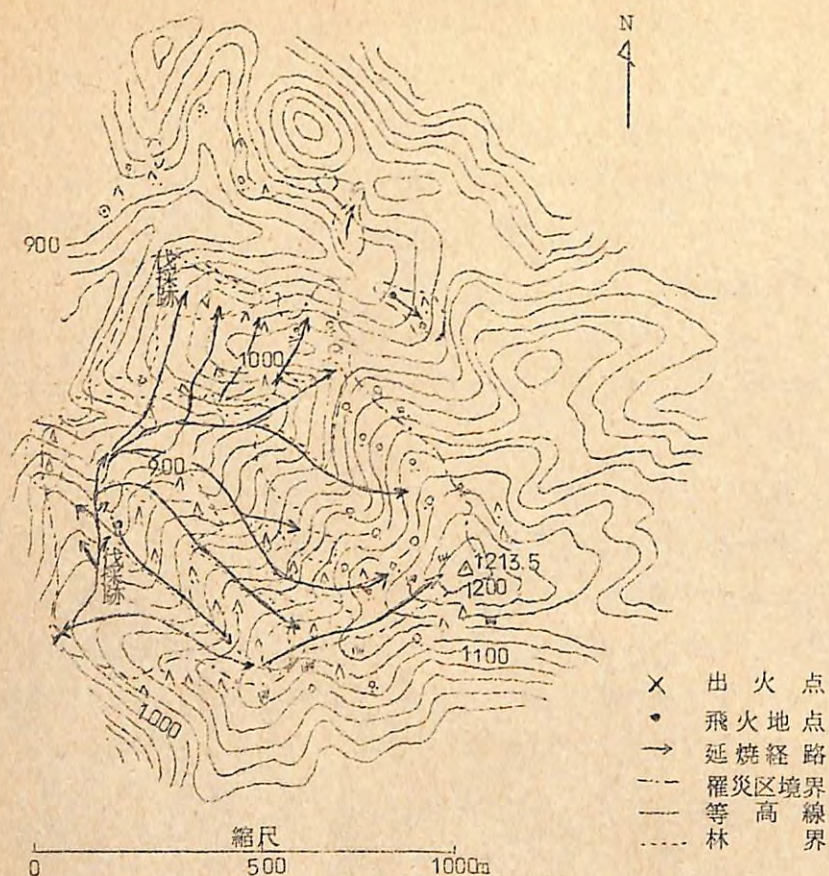
現地における調査 以上の予備調査を行つた後、現地においてこれを更に詳しく観察調査する。これには林野火災に見られる二つの特徴を利用する。その一は、片面燃焼と呼ばれているもので、立木の片側がよけいに黒く高いところまで焼けているのが常に認められる。この高くまで焼けている側が風下なのである。又樹梢や細い枝が、揃つて一つの方向になびき曲つているのが見られる。（第 1 図参照）。これは火災当時、火にあふられ柔らかくなつ



第 1 図

たものが風の方向になびき、そのまま冷えて固まつたもので、これも火災時のその場所の風向を示している。従つてこれらの性質を利用して、火災時の風向あるいは火災の進行方向を判定し、これを地形図の上に記入してゆく。

次に罹災地の境界をずっと歩いて、地形図上に精確な罹災区界線を記入しまとめて第 2 図のような火災図を作成する。これは面積が大きいとき、又山が急峻なときはなかなか困難である。



第 2 図

この罹災区界線に沿ってどのような方法で消しているかを調べる。この消防方法は、地形、林況、風向等によつて異なるであろう。すなわち、伐木・灌木草の刈払等の他、更によく観察すれば、撒土の跡等も発見出来ることが多い。シダ類の多いところでは、溝を掘り地下茎まで断つて消した実例もある。これらも記録しておく。

又罹災区域内でも、どういう風に燃えているかをよく観察し調べて地形図や野帳（ポケットに入る位の大きさで、厚紙の表紙のついたものがよい）に記録する。特にどのような樹種、林況のところがよく燃えているか、或は反対に燃え難いかもよく観察し記録する。これは防火樹林を作るときの資料として大いに役に立つものである。

罹災区域内には、防火線を作りかけで突破されたものも往々に発見される。どうしてそれが突破されたかも、よく調べて記録しておく、今後の消防方法の改善に大いに役立つものである。罹災区域内に、或はこれに隣接して常設防火線があつたときは、その位置、周囲の林況・地形・そこに火がきたときの状況等をよく観察し、きいてその効果を充分調査する。又常識で解釈出来ないような現象が認められたときもそれを記録しておく。

これらの現地調査を行うときには、消防に従事して様子をよく知った人に案内してもらうのが良い。又次のような品物を準備携行しておく、と便利である。

コンパス、分度器、セルロイド定規、ハンドレベル、高度計等、これらはいずれも自分の位置を正確に地形図上に求める上に必要である。

折尺、これは草の丈や木の太さを計るのに必要、双眼鏡、遠隔地の状況を知るのに便利である。写真機、罹災地の状況を写しておく。林野火災の跡地調査には、黒白の写真より天然色写真の方がはるかによく状況がわかる。

尚、鉛筆・消ゴム・分度器等は、落してなくし易いから、紐をつけて、ボタンの穴等に他端をくくりつけておく、と安全であり、又便利である。

最後にこれらの調査を記録に残すときには、その記録を読む人が、あたかも自分が現地で一諸に調査しているかの感じを持つ位に、詳細に、又写真をつけておかれるようにしていただきたい。

以上これまで述べてきた様に詳細に調査することは、実際にはなかなか出来ないけれども、こうした心構えで調査しておかれるならば、森林火災の防止に非常に役立つと思われる。

（林業技術，1955年5月，159号より）

V. 2. 林野火災調査方法

井 上 桂

I 目 的

この調査は主として火災後の現地実態調査を行なつて、その発生、延焼状態等について調査し、将来の林野火災の予消防および残存森林の取扱等の基

準をえるためである。

II 調査方法

調査は概況調査と精密調査とし重大な災害時や、必要に応じて行ない、その方法は現地調査と調査票その他による。

夫々の調査法は次の通り

現地調査

1. 概況調査

- a. 火災発生の日時、鎮火の日時、出火原因、出火者の業態
- b. 焼失区域、出火地点を地形図に記入
- c. 焼失森林・針・広・針広混交・原野・焼失面積・林齢・所有別
- d. 其他焼失物件
- e. 地形・方位・傾斜度
- f. 森林災害保険加入の有無

2. 精密調査

A. 焼失区域

- a. 焼止り線、発火点の位置、焼止りの線を地形図上に記入する。このとき焼止りの理由を森林・地形・消防・防火線・防火林等に分けて記入する。
- b. 森林・林班・小班・地籍・所有別・樹種・樹齢・林相・立木本数（人工林であれば下刈・枝打・間伐等の年度等について）傾斜・方位・土壌の深淺・焼失本数・焼失材積・損害額・火災の種類（地中火・地表火・樹幹火・樹冠火）残存森林の将来の生育見込
- c. 将来の造林・治山・森林病虫害対策上考慮すべき事項
- d. 家屋（焼失戸数・損害額・延焼経過）
- e. 人畜
- f. 其他の損害

B. 防火線・防火林

樹種・配置が適切であつたか

C. 焼失外地域

焼失区域と立地条件の類似の場所の植生調査、とくに地被物の種類と堆積量・乾燥状態・下草の密度・種類・草丈

D. 気象調査

- a. 火災当日の火流線・風向の判定（これには焼損木の梢端のなびく方向・樹幹の片面燃焼・針葉樹林の樹冠火の「焼しま」などでわかる。

- b. 焼跡で火災当日と類似の気圧配置のときの風向・風速・湿度調査調査票その他による調査

1. 出火場所

2. 出火日時

3. 焼失区域

4. 鎮火日時

5. 原因

6. 過去に罹災した跡地か、また付近に大火があつたか

7. 当日の気象（火災現場になるべく近いものが望ましい）

- a. 風向（目測のときは8方位）

- b. 風速（ “ 陸上6階級区分）

- c. 気温

- d. 湿度（実効湿度）

- e. 出火日にもつとも近い降水日と雨量

- f. 根雪の消雪日

- g. 春・下草の繁茂日

8. 火災警防思想の普及

防火宣伝・防火施設・通信網

9. 消防活動

発見時刻

発見人

消防隊の火災警報受領時刻（出火現場から消防隊への連絡方法）

消防隊出勤時刻

消防開始時刻

消火方法・残火処理

消防隊の編成

消防隊の配置図

消火器具

出勤人員 組織

道路網

消火が困難であつたときはその理由

10. 延焼方向

地形図上に実線で記入する

11. 飛火・地形図上に点線で記入する。飛火距離も記入する。

飛火に対する処置を記録する。

12. 気圧配置

最寄りの気象台で当日の出火から鎮火時までの毎時の気温・湿度

(実効湿度)・風向風速・出火日に最も近い降雨日とその雨量

III 調査結果の取りまとめ

1. 概況図作製

焼失面積と地形等から適當の縮尺の地形図上に焼失区域を記入する。

2. 踏査による直接調査表の作成

3. 調査票その他による間接調査表の作成

4. 延焼動態図の作成

地形図上に次の諸項を記入する。

火災の延焼方向(風下・風上・風側)・風向・残存林・焼失区域
(地中火・地表火・樹幹火・樹冠火)・延焼同時線

5. 残存森林の状況

焼失・隣接森林について(恢復の見込のないもの、疑しいもの、あるもの)

6. 今後の造林に対し防火上考慮すべき事項(防火線・防火樹帯)

土地保全・森林病虫害

以上は調査方法の基準を示したもので状況により、その一部を省略することもある。

災害調査法の一部追加補正について

昭和37年に当场より決定配布した災害調査法（防災資料6号）のうち、未決定であつた森林火災の調査基準を、別紙のように決定しましたので追加して下さい。なお、挿入訂正ヶ所は下記の通りです。

記

- I, P1の目次に Ⅰ森林の火災-----14を追加。
- Ⅱ, P1の目次の Ⅰその他の災害-----14をⅠに訂正。
- Ⅲ, P14の上から4行目の次に Ⅰ森林の火災（別紙送付分）を挿入。
- Ⅳ, P14の上から5行目 Ⅰその他の災害をⅠに訂正。
- V, P14の上から6行目 〈森林の火災〉の5字を消す。

Ⅴ 森林火災

1. 目 的

- 1) 樹種(耐火性・防火性を考慮して)、防火線、地形と焼止りとの関係
- 2) 消火活動の適否
- 3) 火災の林木、土地保全への影響
- 4) 気象(危険風と局所地形)と発火、延焼との関係

2. 調 査 時

大火災危険地帯(北海道・岩手・長野・山梨・静岡・和歌山・三重・岡山・広島・大分・福岡)において1件10ha(北海道は100ha)以上の火災があつたときに調査する。災害救助法の発動されたような大火災時には、別途大規模調査を実施する。

3. 調 査 方 法

調査は罹災后なるべく速かに(少くとも1ヶ月以内または新しい草が伸びない内に)実施する。調査は現地調査と聞取りにより行う外、他機関により発表されたものを含む既存資料の机上調査とにより実施する。

i) 聞取調査

- a) 出火及び鎮火の日時、出火原因
- b) 罹災地及び所有別(国・公・共・私)の別)罹災面積
- c) 罹災区域、延焼動態線図の作成
(飛火距離・飛火材料(必要により調査票による)調査)
- d) 場所別風向
- e) 消防活動調査

- i) 発見人、発火時刻、消防署出火報受領時刻(発見人からの連絡方法)、出動時刻、現場到着時刻、消火開始時刻、隣接消防隊との

連絡、指揮

ii) 地域別消防活動状況調査

消防器具の種類、人員数、消火方法、消防時間

2.) 現地調査

a) 焼止り線の調査

- i) 地形との関係(1万分地形図に発火点、自然鎮火と消防による焼止り線との別を記入する)

ii) 隣接森林の林況調査

焼止り線周辺の林地につき次の調査を行う。

樹種・林令・ha当り本数・樹高・胸高直径・うつべい状況・
下草の種類・乾燥状況・地被物の堆積状態・傾斜の方位と傾斜角
造林地のときは手入状況・下刈・枝打・間伐の有無あればその時期

b) 焼失林地の林況調査

i) 焼失森林調査

樹種・樹令または林令・樹高・胸高直径・火災の種類(樹冠火・
樹幹火・地表火・地中火の別)・地被物・土壌・地形・(傾斜
の方位と傾斜角)別焼失程度
植栽木では令級別の焼損率、樹冠の焼損率、樹幹の焼損率(樹
幹全円周に対する%)、林木の萌芽性(耐火性)

3) 資料収集

- a) 出火時の気象(最寄り観測所で調査)風向・風速・湿度・気温・
出火日までの降水経過
- b) 根雪の消雪日(積雪地)と下草の繁茂日

(備考)聞取調査は主として市町村役場・営林署・消防署等で行える。