

# なだれ防止林の造成に関する研究

大木正夫

## 要 旨

なだれ防止林の実態調査を行ったところ階段工、柵工等の施工物については破損カ所はみられなかった。

また保育試験を行ったところの植栽木は大部分がスギで一部にタニガワハンノキの混植カ所があった。これらのうち大部分の林地では植栽後の保育作業が十分でなく、植栽木がススキ、ヨモギに被圧されており、一部下刈を実施したところは植栽木の生育は順調であったが、大部分のところでは成林の見込みがなかった。

## 1. はじめに

本県の北部多雪地帯の山地にはなだれ常襲地が広く存在しており、地域社会の生活の上に大きな障害を与えている。

なだれ防止には一般に柵工、階段工などの工作物が利用され、道路などは、スノーセットにより、なだれ被害を防止している。

なだれ防止林は半永久的になだれの発生を抑えることを目的に造成されているもので人家に近いところの道路周辺部、人家の裏山等に設けられている例が多い

この研究では既存のなだれ防止林の追跡調査を行ない工種など施工内容や森林造成状況を調べ改良点をさぐるとともに施肥等保育試験を行ない、その効果を明らかにしようとするものである。

## 2. 調査地と調査の方法

### (1) なだれ防止林の実態調査

#### ア 調査地

なだれ防止林の中から施工後数年のものから順次経過年数の多いものを選んだ。

その結果調査地は39カ所で表-1のとおりである。

#### イ 調査の方法

それぞれの調査地で、その自然環境、地形、地質、土壌を現地調査し、気象条件は現地での聞きとりと既存資料から推定値を算出した。

調査地はあらかじめ、設計書により施工年度、施工内容を調査し、現地でその確認と工作物等の破損の有無、現状について調査した。

森林の造成状況については、植生調査(中欧学派)と林木の樹高、胸高直径、根元直径、根元曲りについて調査した。

### (2) 保育試験

北安曇郡小谷村南小谷のなだれ防止林造成地において、下刈・施肥区、下刈区、無処理区を設定し昭和57年から59年にかけて実施した。施肥量は1回当たり、N:P:K=20:10:10の化成肥料でスギ1本につき10gとした。

表-1 なだれ防止林の調査地

№	地名	大地形	微地形	経過年数	№	地名	大地形	微地形	経過年数
I 1	小谷村中土中遠見	山地	凸斜面下部	1年	II 1	飯山市岡山日焼	山地	凹形急上部	1年
" 2	" 外沢	"	凹形急中部	11	" 2	下水内郡栄村北信	"	" 下部	2
" 3	小谷村北小谷ヒド	"	" 上部	3	" 3	" " "	"	" "	3
" 4	" 中土ニゴリ沢	"	" 下部	3	" 4	飯山市富倉	"	" 中部	3
" 5	" 直木坂	"	凸形急下部	3	" 5	" " "	"	" "	4
" 6	" 北小谷ヒド	"	凹急上部	4	" 6	" 岡山	"	凹 "	5
" 7	" 千国倉下	"	" 中部	5	" 7	" 黒岩	"	凸 "	2
" 8	" 城峯	段丘崖	" 斜面下部	5	" 8	" " "	"	" "	5
" 9	" 中土日春間	山地	凸斜面下部	6	" 9	" " "	"	" "	7
" 10	" 北小谷柄久保	"	" 急上部	6	" 10	" " "	"	凹形緩斜面	7
" 11	" 中土ニゴリ沢	"	" "	7	" 11	" " "	"	" "	9
" 12	" 木戸沢	"	" 急斜面下部	7	" 12	" " "	"	凸形急斜面	10
" 13	" 北小谷だんご山	"	凹 " 上部	8	" 13	" " "	"	" "	11
" 14	" " "	"	" 下部	9	" 14	" " "	"	" "	12
" 15	" 千国城峯	段丘崖	" 面下部	11	" 15	" " "	"	" "	13
" 16	" 倉下	山地	" 斜中部	21	" 16	" " "	"	" "	21
III 1	下水内郡鬼里村根上	段丘崖	凹急下部	3					
" 2	" " 川浦	山地	凸 "	30					
" 3	" " 岩下	"	凹急下部	11					
" 4	" " 小佐出	"	凸急下部	5					
" 5	" " 押切	"	凹急中部	12					
" 6	" " 一之坂	"	凸急上部	15					

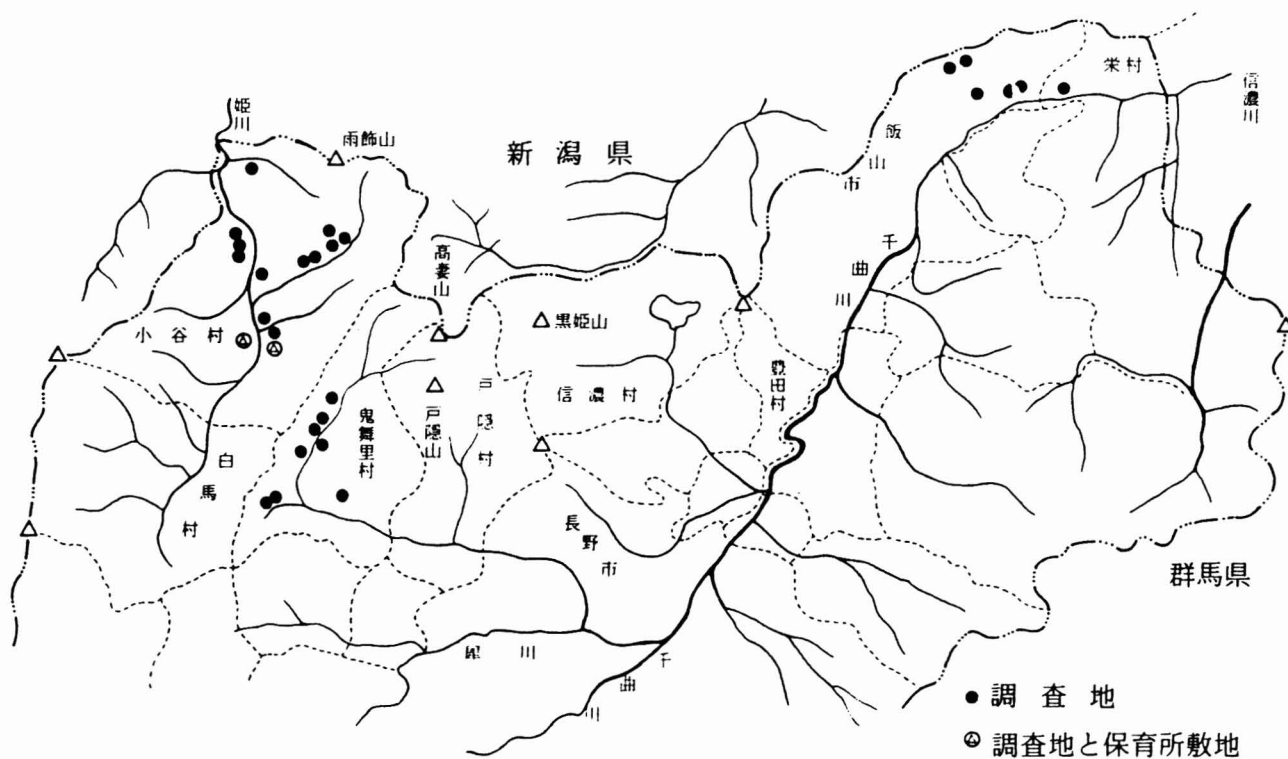


図-1 なだれ防止林の調査地

### 3. 調査の結果

#### (1) なだれ防止林実態調査

調査地を図-1に示したが、実態調査は本県の北部の多雪地帯で実施した。

地形は、中地形区分では山地と段丘崖の2地形であった。また微地形を凸斜面と凹斜面に区分し斜面上の位置を上、中、下に分けてみたところ、図-2に示すように調査対象地は凹斜面の下部、中部に多く、凸斜面では下部にみられた。

斜面方位は、図-3に示すように東向の斜面に多く、北向斜面は少なかった。

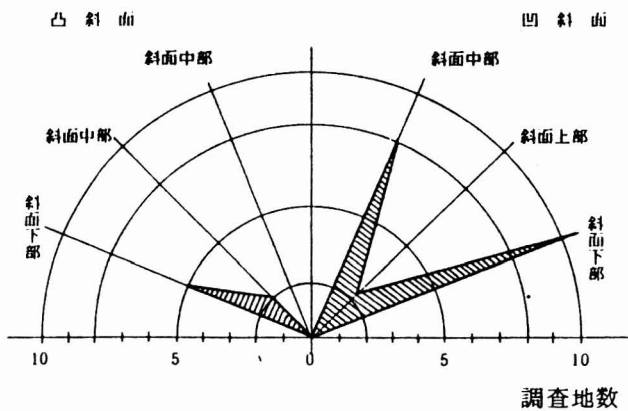


図-2 なだれ防止林造成地の地形

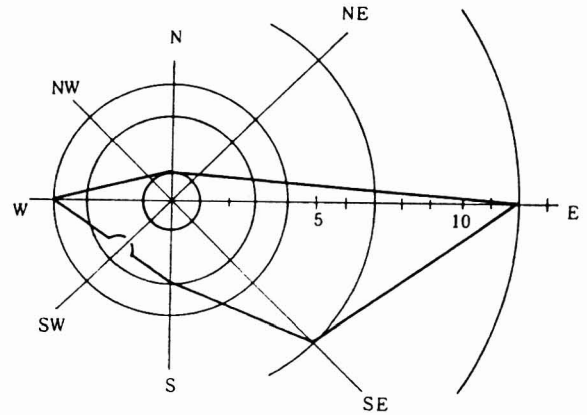


図-3 なだれ防止林の斜面方向

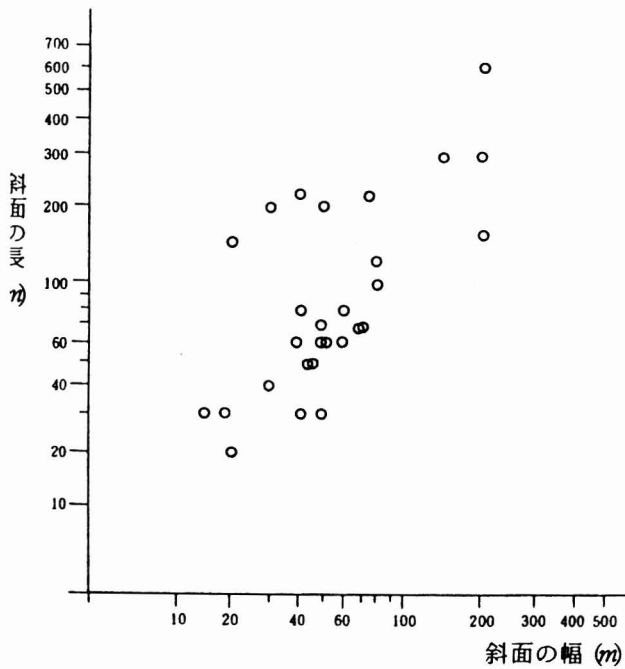


図-4 なだれ防止林造成地の規模

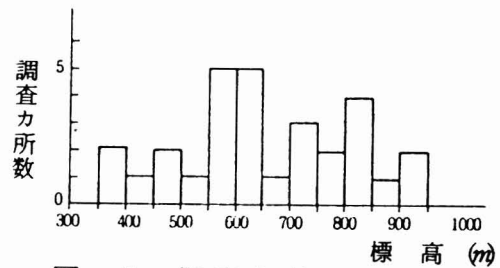


図-5 標高と施工地

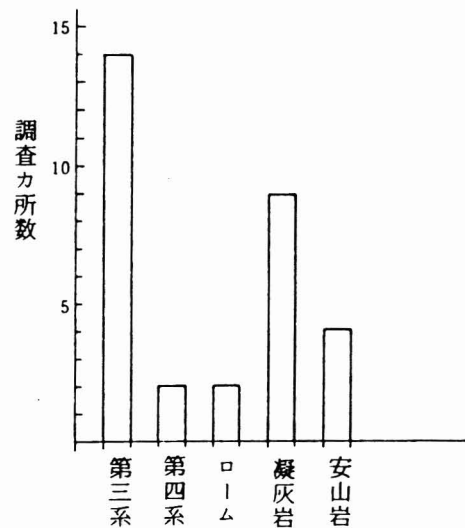


図-6 地質と施工地

斜面規模をみると図-4に示すように、斜面の幅が100 m以内で、斜面の長さが200 m以下のところが多く、なだれ発生地の規模は比較的小さいところが多かったが、中には小谷村外沢、飯山市黒岩山のように大規模なものもみられた。

なだれ防止林は標高範囲で350~950 mの間にあり、その分布状況は図-5に示した。

地質をみると第三系泥岩、凝灰岩、第四系の砂礫の推積地、安山岩地帯、火山灰の推積したローム層地帯に多く、その出現状況は図-6に示した。

積雪については、現地で聞き取り調査したが、不明瞭な点が多いため長野県気象協会で作成した推定値によった。これによると調査地の積雪は100 cmから200 cmの間で、なだれ防止林造成地は一部を除いて多雪地帯に区分されている。

なだれ防止工は階段工、柵工が主体で、階段工はコンクリートで土止を兼ねたものであり、比較的新しい施工地ではコンクリートブロック練積がなされており古い施工地では空石積、玉石練積工がみられた。また法切による階段工が1カ所あった。空石積および法切階段工の施工地にスギが植栽されていたが良好に成林し、空積の一部が壊れているものの機能は全とうされていた。鉄柵工では雪の移動、あるいはなだれによる破損はみとめられなかったが、一部道路下にあった柵工が除雪のさいの雪捨により破損している例があった。

なだれ防止のために雪庇防止工として土塁工と柵工があったが、土塁工には植物が繁茂しており破損はみられなかった。柵工は支柱がH型鋼でこの部分には破損はみられなかったが、横板はガードレールに使用する鋼材であり上端部が雪圧で曲っていた。

またなだれを安全な方向に誘導するための土塁は植物が覆い破損はみられなかった。

植栽工をする場合一般に30 cm幅の小階段を作っているが、この小階段は崩れたり埋ったりしてその原形をとどめるところは少なかった。植栽樹種はスギが多いがスギとタニガワハンノキを混植したところがあった。

なだれ防止林の植生の生育状況をみると、小谷村外沢、飯山市黒岩山の一部を除いて植生被覆が完了しており裸地はみられなかった。

小谷村外沢ではなだれが発生した次の年に調査しており植生は回復していなかったが早急に柵工と植栽工を実施するよう計画されていた。また飯山市黒岩山では岩石地に柵工を作設した部分にキハギ、イワキンバイ等の植物が生育していただけであった。

植生の一例として飯山市と下水内郡栄村の植物群落組成を表-2に示した。この調査地では植栽後下刈が十分に実施されていなかった。施工後経過年数が若いところでは植栽木のスギの被度が小さく、一年生の草本で覆われており、施工後年数を経過するに従い、ススキ、ヨモギが現われやがて木本類が侵入してくるものと考えられる。このことは小谷村、鬼無里村でも同じ傾向であった。

組成表でみると植栽木であるスギの下欄には一年生草本で荒地に現われる植物が生じ、つづいて、次の欄のとおり比較的安定した草地に現われる草本類のススキ、ヨモギなどがさらにその後下段の欄の高木類が出現する。またこの他にツル植物のクズもみられた。この組成表に示した以外の小谷村、鬼無里村でもツル植物が多く現われ、なかでもクズの被度、出現度が高く、次いでフジが現われる。下段から3段目は木本類と草本類であるが、これらは積雪時には雪圧によって倒伏し、雪のすべり面を作るような植物である。

下段に遷移度、緑化度を求めて示した。遷移度Sは次の式によって求めた。

$$S = \sum (V \cdot \ell / n)$$

Vは調査地の植物ごとの被度、 $\ell$ は生育年限でランキューの生活形によるものでそれぞれMM

(高木)は100年, M(亜高木)は50年, N(低木)は25年, ch(地表植物), G(地中植物)は10年, Th(1年生植物)は1年とした。nは調査地に現われる種数である。これは沼田氏が1961年に生態遷移における問題として草地の診断に発表されたもので、草地は100~200, 極相林は7,000で示される。

緑化度Gは次の式によって求めた。

$$G = \sum (U \cdot h / E)$$

hはメートル単位で示した草丈, Eは経過年数である。緑化度は著者が山腹工施工地で緑化状況を比較するために考案したもので、表-2に示すように、緑化度25以下のところは植生が退行し、それ以上のところでは進行していた。遷移度はその値が35~800までの範囲にあって遷移初期の様相を示している。また緑化度も25以上を示しており緑化が進んでいることを示している。土地の生産性をみると一般に緑化度の高いところは生産性が高い、これを調査箇所の草丈でみると草丈が2m以上になり、下刈を実施した箇所では植栽したスギが普通林地並の生育をしていた。

表-2 なだれ防止林造成地の植生と経過年数

調査No	1	4	5	4	3	5	6	8	12	14	6	2	7	10	13	3	12	15
調査場所	飯山市日焼	飯山市富倉	"	"	下水内郡果村	飯山市富倉	飯山市黒岩	"	"	"	岡山	下水内郡果村	飯山市黒岩	"	"	下水内郡果村	飯山市黒岩	"
施工経過年数(年)	1 1 1 1	3 3 4 3	3	3	3	4 5	5 5 10 12	5	2 2	2 2	2 7 11	3	10 13					
スギ植栽木	1 1		1 1				1		1								1 5	
アメリカセンダングサ	4 5 5 1																	
アシボソ				5														
イノコズチ	+ 4																	
オオミゾソバ	1 1 1				1													
ススキ		1	2 2 2 3	3 4 4 4 5	2 + 2 2 3												+ +	
ヨモギ	1 1		1 2 2 1	1 3			1		4	2								
カリヤス			3 4 3 4				+			2								
オトコヨモギ			2 2 1 1															
アキカラマツ			+	2 2														
ヒメヤシャブシ							1						3 3 2					1
マルバマンサワ									+				2	4 3 2				
ミズナラ													2 1 1					
コナラ										+				3 4				
ウリハダカエデ													4					2
ケンボナシ												4						
タニウツギ			2 1 + 1	2 +	2 1		2 1				2 1 2 2 1 1							+
ケハギ			2 3 4 2	2										+				+
クサボタン			1 1 1										2					
クガイソウ			2 1				1 +								1			1
クズ	+ 1 1		1 3 2 1	1							4 2 1							+
クマイチゴ	+ 1		1					1 2			2 1							
ミヤマカワラハンノキ			1			3				3								
遷移度	45.0 38.0 46.3 40.4	150 183 229 330	120 99 175 99 166 94 175 107 398 768 499 550 317 772															
緑化度	112 227 161 91	40.5 73 105 118	20 64 55 50 27 26 65 13.9 22.7 35.0 41 49 49.4 25															

(2) 保育試験

昭和57年度に北安曇郡小谷村南小谷小字城峯, 及び倉下で下刈, 施肥を実施し, 毎年秋に生長量を測定した。

肥培効果は樹高, 直径とも測定値に現われなかったが, 葉色が濃く現われていた。

#### 4. 考 察

##### (1) なだれ防止林の実態

長野県で造成しているなだれ防止林は比較的人家に近く、小面積のところが多い。施工後のなだれ発生については柵工を実施したところでは、施工後なだれの発生がみられず、階段工を実施したところでは全層なだれがなくなり、豪雪年にのみわずかに表層なだれが発生するにとどまっていた。これらのことから工作物の効果は大きいと思われた。

柵工についてみると施工後10年以内のものが多かったが、同地への植栽木については成林している例がみられなかった。これは植栽後、下刈等の手入れを十分に行なわなかったので植栽木が雑草等に被圧されてしまったためと思われた。

雪庇防止工の柵工で、横板にガードレールを利用した場合は雪圧によって壊れるので強度のあるものを使用すべきである。

階段工についてみると切土による階段工が1カ所あったが段巾が広く安定していた。他の階段工はコンクリートや、コンクリート・ブロックの階段工であった。他県の場合なだれ防止林の造成地は、主として法切によるものが多くコンクリートはあまり使用していない。前述したように切土による階段工でも積雪深が150cm以内のところであれば安定しているので、もっと簡易なもの、たとえばPNC板などを使用した階段工でもよいのではないかと思われる。

階段工のところに植栽したスギは階段の第1列目だけは残存していた。これは工作物の存在のためその部分に雑かん木が生育出来ないで、植栽木に多少の光が当り生育したと思われる。その他のところは全く被圧されてしまい生育していない。

この階段工についてなだれとの関係を見ると、ススキ、タニウツギ、ヨモギ、ミヤマカワラハンノキが、雪圧によって倒伏し、これが階段の段を埋めスベリ面を作る。このため、雪の移動が生じ、植栽したスギが倒伏した例もみられた。このようなところでは降雪時に倒伏するような低木類や、スベリ面となるようなススキ、ヨモギ等の刈取を3～4年間実施すれば、植栽木の生育、表層なだれの防止に大きく役立つものと考えられる。

なだれ防止林造成の失敗原因の一つにクズによる被圧もある。調査区内には生育しなくても大部分の調査地にクズが生育しており、クズによる被圧で成林しないところが多い、前述したように下刈を数年実施すれば草木に被圧されることはないが、その後クズ、フジ等が幹に巻きつき、幹折れの原因を作ることが考えられるし、やがては被圧されてしまう。このため下刈終了後、数年おきにつる切り等を実施することが必要である。

雪起しは小谷村で2カ所以外は行なわれていなかった。なだれ防止林についても雪起しが必要であるし、更に植栽木以外の天然更新によって生じた樹木類にも実施することが望ましい。

スギの場合多雪地帯で実施している保育作業に裾枝払いがあるが、なだれ防止林の保育にも雪起しに加えて裾枝払いを行うことが望ましい。

枝打ちについてみると1カ所だけ実施していたがなだれ防止林の場合は若齢のうちから強く打つ必要はなく、若いときは裾枝払いをするぐらいにし、植栽木が倒れないようになった段階で枝打ちをすることがよいと思われる。

除伐については全く実施されていなかった。今後予想される問題として、雪害木の除去、または低木性の木本類の除去が必要であるが、特に林分密度が高くなった場合のみ実施すればよいものと考えられる。

なだれ防止林の植生をみると前述した造林木を被圧する草本だけでなく、有用な樹木類も生育しており、これらの中にはコナラ、ミズナラ、ヒメヤシャブシ、マルバマンサク、ミズキなどがみとめられた。これらの樹木は太い高木性の樹木であり、下刈の際刈払わず残しておき、植栽木が枯損したり、雪折れしたときの補完木として活用し、また除伐のときもなだれ防止機能の強い樹木は残すような施業をすることが望ましい。

遷移度、緑化度をみると、有用な樹木が生育し森林の造成方向に植生遷移が進行している。これはなだれのために樹木類が欠け天然更新が行なわれているためである。なだれ跡地では放置した場合でもやがて成林するケースが多いが年月がかかるので樹木類の更新を促進するためにも下刈作業を実施する必要がある。

## (2) 保育試験

試験地は、スギが植栽され、樹高約2.5mとなっているところを選んだ。このため下草より樹冠が抜けており下刈の効果はとくに認められなかった。また施肥の効果についても外見上無施肥区と比較して緑色が濃くなっただけのように見えた。当該地の地力が高いので顕著な施肥効果が現われにくかったものと思われる。

## (3) 土木工事を伴わないなだれ防止林

人家の近くでも積雪が1m以上で急斜面(30℃以上)のところではなだれの発生が予想される、ただし現在森林が存在しているところでは起きる確率は少ない。そこでこのようなところの森林は皆伐をさけ択伐方式の施業をとり必ず後継樹を残し植生の連続を図ることが必要である。

なお広葉樹林であっても、コナラ、ミズナラ、ケヤキ、カツラなどの林では萌芽による更新が望めるが、ブナなどを含めて多雪地帯での合理的な更新技術が今後の課題である。

## 5. おわりに

なだれ防止林の調査を実施したところ、大部分のところでは施工後の管理がなされていなかった。なだれ防止林は植栽後の保育管理について徹底を図ることが強く望まれる。

なお施工した工作物については機能が十分発揮されており、またその場所の植生遷移も森林化の方向に進んでいる。

植栽木については、スギの生育が良好であり、下刈とツル切を行えば成林する可能性がある。

今後の問題としてなだれ発生予察をすること、とくに地形、積雪量の解析により危険地帯が明らかになる、次いでこのようなところでの森林の管理方法、間伐、除伐、枝打ち等の技術的な解明が必要になる。

今回の調査はなだれ防止林造成地の一部の調査であるが、山地の広範ななだれ発生地の復旧方法についても今後の検討課題であり、雪による森林の荒廃をいかにおさえるかがこれからの技術的課題となる。