

## 大雪山国立公園，然別湖北部地域における2004年台風18号による 風倒木被害の一例

丸山まさみ<sup>1)</sup>・丸山 立一<sup>1)</sup>

An observation of wind-damaged trees by the typhoon No. 18 in 2004 in the northern  
area of the Lake Shikaribetsu, Taisetsuzan National Park, Hokkaido, Japan

Masami MARUYAMA<sup>1)</sup> and Ryuichi MARUYAMA<sup>1)</sup>

### はじめに

2004年9月8日に台風18号は北海道の日本海沿岸を北上し、暴風により道内各地に多大な風害をもたらした。被害はとりわけ西部地方において多く報告され、家屋や建造物の破壊・飛散、街路樹の倒壊などが各所で発生した。森林被害については、支笏湖周辺で広範囲にわたり倒木が発生したのをはじめとして、台風通過直後の9月17日までに判明した分でも道内全体で総計20,391haに上った(北海道新聞9月18日付)。

大雪山国立公園東南部に位置する然別湖(北海道河東郡鹿追町北部:北緯43°15'~43°17', 東経143°6'~143°7', 標高約800m)周辺の針葉樹林でも台風18号により風倒木が発生した。支笏湖周辺のような広範囲にわたる樹木倒壊はみられなかったが、林内において林冠木が1~数本単位で倒壊している様子が随所に確認された。また、湖西部を通る道道糠平-然別湖線が倒木により寸断され、北岸キャンプ場付近の樹木が10本近く倒壊してキャンプ場が一時閉鎖になった。筆者らは1988年より然別湖の主に北部地域で針葉樹林調査を行ってきたが、台風18号による湖北地域での風倒木発生の様相はもっとも目立ったものであったと認識した。

台風のような自然攪乱は森林の構造や種組成に影響を与える重要な契機となる(中静・山本 1987)。

林冠層の破壊、つまりギャップの形成は下層の光環境を急変させ、さらに発生形態によっては土壌環境も変化させて、稚・幼樹や林床植物に影響を与える(山本 1981, 1984)。いいかえれば、光環境の好転はすでに林床に定着していた稚・幼樹に上層へ伸長する機会を与え、林床の攪乱は新たな更新場所を作り出すことになる(加藤・松田 1986)。

トドマツやエゾマツにとって倒木は林床植物の影響を回避できる重要な更新場所であり(紺野ほか 1981, Hiura *et al.* 1996, 丸山立ほか 2004)、台風により倒木という更新場所そのものが供給されることになる。最近の研究によると、倒木の樹皮の有無が腐朽の進行に関与しており、実生の定着と稚樹群の構成を左右する重要な要因であることが明らかにされつつある(丸山立 2005)。初期の定着段階における動向はその後の稚・幼樹群、ひいては林冠層の構成に影響を与える可能性が指摘されている(Kubota and Hara 1996)。また、林冠層下に待機している稚・幼樹段階のトドマツとエゾマツは、種ごとに異なったギャップサイズに反応して伸長するという(中村 1990, Kubota *et al.* 1994)。したがって、今回のようなギャップ形成と倒木の発生は、更新初期状態からの変化を追跡する絶好の機会である。

そこで筆者らは、倒木上更新調査の基礎データの収集、および然別湖周辺における自然攪乱の記録を目的として、台風18号により然別湖北部地域

の針葉樹林で発生した風倒木被害について調査を行なった。本稿では、風倒木のサイズや被害状況の特徴について述べる。

## 調査地

然別湖周辺の環境については、丸山まほか(2004)に詳述されている。

然別湖北部地域にはヤンベツ川の西側(右岸側)を道道糠平-然別湖線が通っている。調査はこの道道沿いの針葉樹林において、北岸キャンプ場北口付近(標高810m)から鹿追町-上士幌町境界(ナイタイ林道起点付近、標高860m)までの範囲で行なった(図1)。この道路沿いに2区間を設定し、山田温泉より北側を区間1(1.4km)、南側を区間2(1.1km)とした。調査対象範囲は道路の両側路肩からそれぞれ約100mまでとした。ただし、100m以内にヤンベツ川河岸段丘下部の河畔林が出現する場合は対象範囲外とした。調査地の地形はかなりの部分が平坦で、然別湖方向に向かいゆるやかに傾斜していた。

地質的には、調査地の大部分がヤンベツ川からの堆積物からなるヤンベツ層に覆われている(山岸・安藤 1982)。

調査地周辺の針葉樹林はトドマツとエゾマツが優占している。この付近で行なわれた針葉樹林調査の報告(紺野ほか 1981, 中村 1990)によると、林冠木層(樹高10m以上)における両樹種の本数比は3:1である。

もよりの気象観測施設における2004年9月8日

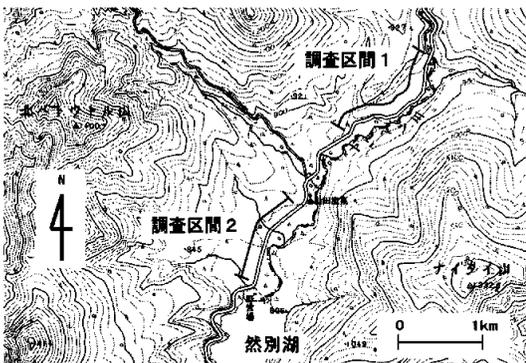


図1. 調査地。国土地理院発行5万分の1地形図「然別湖」使用。

のデータによると、鹿追(標高206m, 調査地の南西に直線距離で約20km)で平均風速4.9m/s, 最大風速10m/s, 最大風速前後の時間帯の風向は西南西から南西であった。また、帯広測候所(標高38m, 調査地の南に直線距離で約40km)では最大瞬間風速20.5m/s(南西)が観測された。ちなみに、過去に帯広で観測された最大瞬間風速の第一位は2004年10月2日の台風21号のときに記録された32.3m/s(南東)である。

## 調査方法

調査地において、台風18号により発生した針葉樹被害木について記録した。調査対象サイズは胸高直径20cm以上とした。過去の報告(中村 1990)で求められた胸高直径と樹高の拡張相対生長式によると、胸高直径20cmの針葉樹は樹高約14mであり、林冠層のほぼ最低樹高に相当する。

調査項目は、樹種、倒木発生形態、胸高直径、倒伏方向を基本として、倒木発生形態によりさらに調査項目を追加した。倒木発生形態は幹折れ、根元折れ(地上高0.5m未満の位置で幹折れしたもの)、根返りに分けた。幹折れの場合、折れた部分の地上高(幹折高)を測定した。根返りの場合、地上に露出した根系の幅(根系幅)と深さ(根系深)を測定した。ちなみに、根系はほとんどが切断されて露出しているため、本調査の根系サイズは生立木の根系サイズを示すものではない。

倒伏が今回の台風によるものであるかどうかは、針葉や球果などの状態、根返りで持ち上がった根株や倒木周辺の植生の状態などから判断した。

現地調査は2004年10月に行なった。

## 結果

調査地で確認された被害木はトドマツ115本(84.6%)、エゾマツ19本(14.0%)、アカエゾマツ2本(1.5%)でトドマツが圧倒的に多かった(表1)。また、これらの被害木は1~数本単位であり、倒伏箇所は調査地全域に分散していた。発生形態別では、トドマツ、エゾマツともに根返りが多かったが、割合としては発生形態の5割から6割であり、幹折れとの本数差はそれほど大きくなかった。計測対象外とした胸高直径10~20cmクラスの倒

表1. 発生形態別の倒木本数. カッコ内はそれぞれの本数のうち割れなどで胸高直径計測ができなかった個体の本数.

樹種	調査区間	幹折れ	根元折れ	根返り	合計
トドマツ	区間 1	22	11(2)	35	68(2)
	区間 2	21(4)	2(1)	24	47(5)
	計	43(4)	13(3)	59	115(7)
エゾマツ	区間 1	7(1)	0	4	11(1)
	区間 2	1	0	7	8
	計	8(1)	0	11	19(1)
アカエゾマツ	区間 1	1	0	0	1
	区間 2	0	0	1	1
	計	1	0	1	2
合計		52(5)	13(3)	71	136(8)

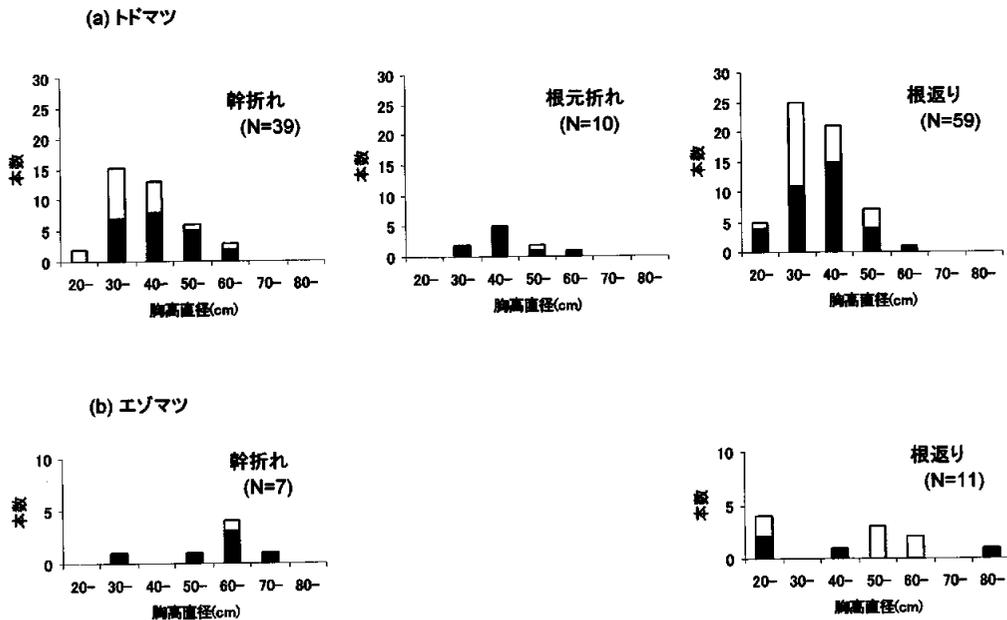


図2. 発生形態，樹種別の倒木胸高直径頻度分布. 黒は区間1，白は区間2である. アカエゾマツは2本(区間1，80.5cm；区間2，26.5cm)のみだったので省略した.

木は調査地内で10本程度しか確認されず，多くはそれより大きな個体の巻き添えとなって倒伏していた.

樹種別・発生形態別では，トドマツはいずれも胸高直径30～49cmクラスが圧倒的に多かった(図2). これに対し，エゾマツは幹折れが60cmクラス，根返りが20cmクラスと50～69cmクラスに多

かった. 被害木の最大胸高直径はトドマツ68cm，エゾマツ84cm，アカエゾマツ80.5cmだった.

幹折高はトドマツ，エゾマツともに特定の高さに集中する傾向はなかった.

根返り木の根系については，トドマツの多くが幅1.5～4.0m，深さ0.7～1.3mの範囲に含まれていた(図3). 胸高直径と根系幅との間には弱い正の

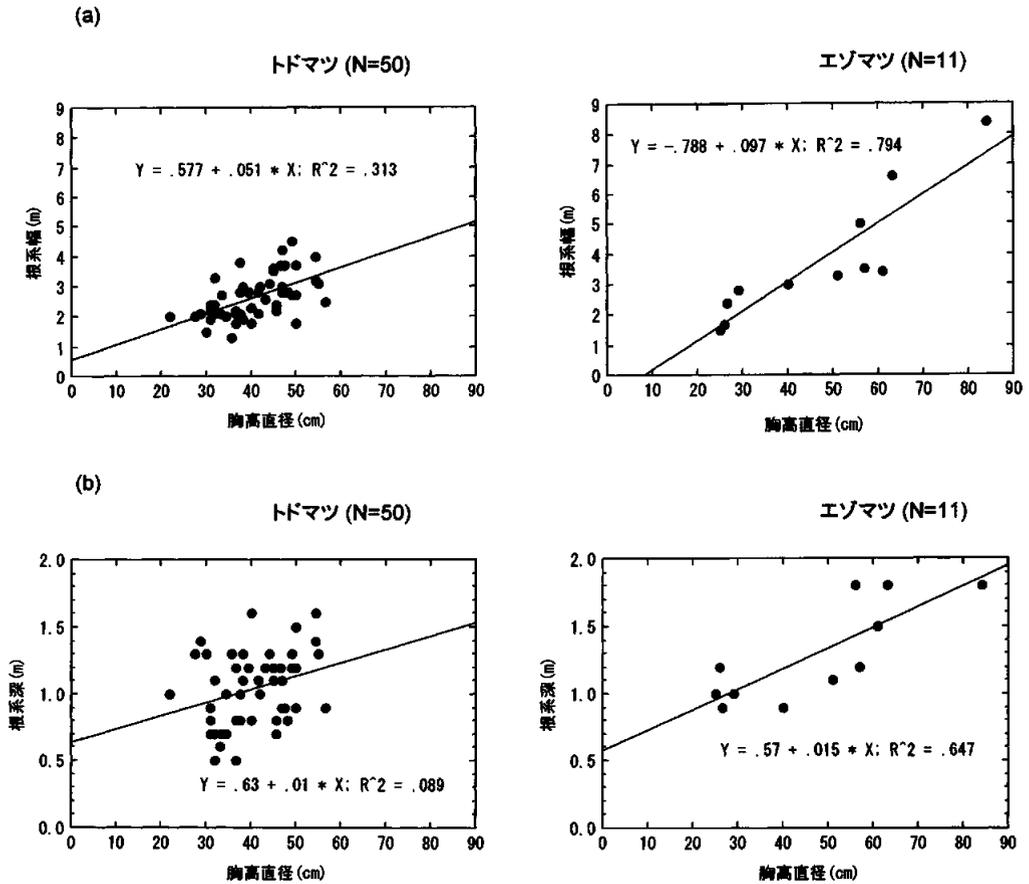


図3. 根返り木の胸高直径と根系幅(a), 根系深(b)との関係.

相関がみられた ( $r=0.560$ ) が、根系深とは無相関 ( $r=0.299$ ) であった。エゾマツは幅1.5~8.4m, 深さ0.9~1.8mの範囲に含まれ、胸高直径と根系幅 ( $r=0.891$ ), 根系深 ( $r=0.804$ ) とともに正の相関関係が認められた。

風倒方向は60%が北東~東方向に集中し、90%が北~東南東に倒れていた (図4)。

考 察

1. 被害木の特徴と原因

被害木は中・大径木が多かった (図2)。一般的に、樹高や直径の大きい樹木は風害を受けやすい。玉手 (1959) はその理由として、樹高が高くなるほど①風当たりが強くなること、②樹冠の風心高 (風圧のかかる中心までの高さ) が高くなることに對し根系の発達が対応できない場合、安定

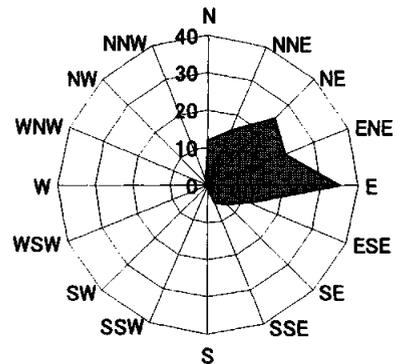


図4. 風倒方向別の本数分布 (N=136)。

性が低下すること、③幹や根に病虫害が発生して強度が低下していることを挙げている。

風圧による根返りは風圧が根系の支持力より大きい場合に発生する(苜住 1979)。根系の支持力は樹種それぞれの根系型(形態・分布特性)と、立地条件に対する根系生長の反応に影響される。例えば、野幌国有林(札幌東部)におけるトドマツの根返りは不透水層の存在が根系の生長不良の主因となり、樹高20m前後のトドマツでも根返り根系の厚さが30~50cm程度しかなかった(春木 1985)。また、今回の台風による道有林の被害のうち、根返りしたトドマツの根系の下方伸長が阻害されており、土壌下層の岩盤が関与していた可能性がある(北海道立林業試験場 2004)。そこで、本調査地における根返りの発生について、根系の状態と立地条件との関係、および樹種ごとの被害状況について以下に述べる。

根返り木は幹折れ木に比して圧倒的に多かったわけではなく(表1)、本調査地における根返りの発生には大局的な立地条件よりもむしろ他の要因に起因する割合が大きいと推測された。本調査地を覆うヤンベツ層はヤンベツ川により運ばれた砂礫や粘土の堆積物で10m以上の厚さがある(山岸・安藤 1982)。根返り跡を見ても根系の生育を妨げるような強固な岩盤や礫の堆積はなかった。さらに、根返り木の根系は比較的深くまで到達していた(図3)。以上より、本調査地の全体的な立地条件は根系の発達を制約していなかったと考えられる。

トドマツ根返り木の発生は根系の伸長不良よりも腐朽の原因があると推測された。一般に、トドマツは深根性で、土壌に問題がない場合には長大な垂下根を伸ばして根系を50cmより深くまで発達させる(苜住 1979, 北海道立林業試験場 2004)。本調査地のトドマツ根系深は70cm以上にまで達していた(図3)。このため、根返り木の根系深は一般値以上であったといえる。しかし、根返り木の根系を観察したところ、材部にまで腐朽が進み、もろくなっていたものが多かった。したがって、トドマツでは根系の腐朽が根返り発生の主要因であろう。また、根系の腐朽が土壌の通気不良から引き起こされているとすれば、個々の個体が生育する立地条件の微妙な違いが影響したのかもしれない。

エゾマツ大径木の被害は、樹冠サイズの増加に伴う風圧増大の結果であると推測された。エゾマツの根返り木は胸高直径に比例して根系が発達し、大径木の根系は深さで2mを越えていなかったものの、幅が5m以上にも達していた(図3)。エゾマツは一般に浅根性で根系は平板上であるが、細根が多く土壌保持力が大きい(苜住 1979, 北海道営林局編 1985)。つまり、根系サイズが大きいほど細根が増加し、土壌保持力も高まるにちがいない。しかし、大径木ほど樹冠部も壮大であり、風圧増加のリスクが高くなるはずである。したがって、エゾマツ大径木の根返りが発生したのは樹冠部に受けた風圧強度が根系の支持力以上に大きかったためであろう。また、エゾマツ大径木の幹折れの場合、根系支持力の方が風圧に勝っていたため、幹部で折れてしまったのであろう。

幹折れや根元折れの樹木にはしばしば病虫害による幹材の腐朽が生じている(亀井 1959)。今回は折損部の状態について詳細な観察ができなかった。

## 2. 台風と風倒木発生状況の比較

台風18号による風倒木は北東~東方向に倒壊したものが多かった(図4)。調査地はヤンベツ川沿いに南西から北東方向に開いた谷状の平坦地である。したがって、当日もっとも強かった南西風が直接この付近に吹き込んで風倒被害を発生させたと考えられる。

然別湖周辺では、2002年10月2日に台風21号(以下台風21号とする)が北海道を上陸したときにも各地で被害が発生した。最大瞬間風速は台風21号の方が大きかったにもかかわらず、このとき湖北地域で風倒木はほとんどみられなかった。その一方で、湖北地域以外ではどちらの台風の時にもほぼ同じ地域で風倒木が発生した。そこで、2つの台風による被害の違いについて、考察を試みる。

台風21号は北海道西部に上陸して日本海側へ抜け、北上していった。このとき、然別湖周辺では暴風により風倒木が所々で発生した。また、降雨によりヤンベツ川が増水して河畔林の林床植生を押し倒し、土砂とともに倒れたヤナギが湖に流された。鹿追の気象観測施設の記録では、最大風速

9 m/s で東北東から東南東の風が強かった。

2つの台風の風向データを比較すると、地形との関係により被害状況が異なることがわかる(図5)。まず、いずれのときにも風倒木被害が発

生した地域について検討する。筆者らが把握しているのは、湖西部の道道糠平-然別湖線、湖南部の湖岸沿い遊歩道、および白雲山・天望山登山道である。全箇所に通じているのは、針葉樹が径

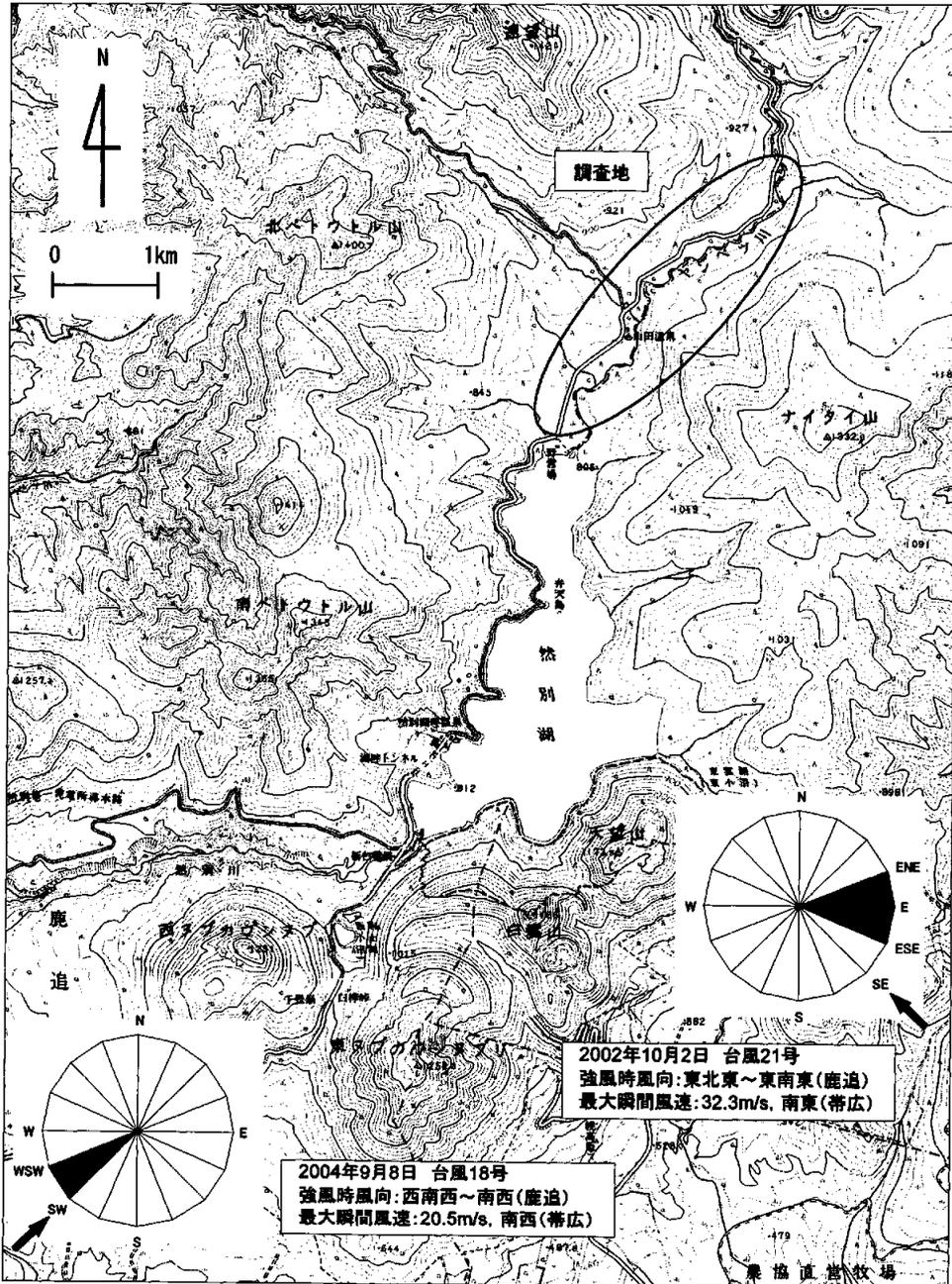


図5. 2002年台風21号と2004年台風18号の風向等に関する比較。国土地理院5万分の1地形図「然別湖」使用。各台風データのうち、網掛けは強風時風向範囲、黒矢印は最大瞬間風速風向を示す。

の大きな岩塊上に生育していることである。

このようなところでは根系が岩塊を包むように伸長しており，風圧に対してきわめて不安定な状態にある。湖西部の被害は，風が湖上を吹き抜けたときに暴風にさらされたためであり，白雲山・天望山登山道の被害は丘陵に吹く風が尾根付近で最も強くなる（竹内 1997）ためであろう。また，湖南部の湖岸沿いでは，急傾斜の山を乗り越す風の流れが風背側の斜面下部に突風を生じるという特性（竹内 1997）により風倒が発生したのではないだろうか。

一方，台風21号の時に湖北地域で針葉樹の風倒被害がほとんど発生しなかったのは，ヤンベツ川東のナイタイ山と風向との関係が影響したものと考えられる。台風21号の南東～東の風はナイタイ山と湖東部の山々に当たるはずである。これらの山は西側の傾斜がゆるいため，山を越えた風は減速される（竹内 1997）。したがって，湖北地域では風倒を引き起こすほどの強風が吹かなかったと推測される。

### 3. 自然攪乱と構成種の共存について

今回の結果は，トドマツとエゾマツの共存を論ずる上で考慮されるべき要因として，樹種による風倒被害率の違いを指摘するものである。調査地付近において，林冠木層のトドマツとエゾマツの構成比は3：1であるのに対し（中村 1990），今回の被害木の構成比は6：1でトドマツの被害率が高かったといえる（表1）。Hiura *et al.* (1996) は両種の共存について，トドマツは生長の早さで多くの個体数を確保して林冠滞留時間の短さを補い，エゾマツは長寿命により林冠滞留時間を長くして少ない個体数を維持することでバランスを保っている，と考えた。トドマツの林冠滞留時間が短いことについては，エゾマツに比して寿命が短いためであるという説が主である（入倉・滝口 1982，渡辺 1994，Hiura *et al.* 1996）。本調査の結果は，風害による被害の受けやすさもトドマツの林冠木数を調節する要因のひとつになることを示唆している。

## 謝 辞

紺野康夫氏（帯広畜産大学）には原稿を，斎藤

潤氏には英文を校閲していただいた。川辺百樹氏（ひがし大雪博物館）には本報告の掲載についてお世話になった。然別湖ネイチャーセンターの石川昇司氏には台風被害についての情報を提供していただいた。また，調査期間の生活面について，中川千夏，清祐の両氏，星小夜里氏（然別湖ネイチャーセンター）に大変お世話になった。

以上の方々に心より感謝いたします。

## 引用文献

- 春木雅寛. 1985. 野幌トドマツ林の根返り跡更新. 北海道大学農学部演習林研究報告, 42: 809-835.
- Hiura T., Sano J. and Konno Y. 1996. Age structure and response to fine-scale disturbances of *Abies sachalinensis*, *Picea jezoensis*, *Picea glehnii*, and *Betula ermanii* growing under the influence of a dwarf bamboo understory in northern Japan. Canadian Journal of Forest Research, 26: 289-297.
- 北海道営林局(編). 1985. 天然林を考える. 128pp. 北方林業会, 札幌.
- 北海道立林業試験場. 2004. 2004年台風18号被害に関する調査速報. 光珠内季報, 137: 1-12.
- 入倉清次・滝口正三. 1982. 十勝川源流部原生自然環境保全地域の植生構造と動態. 環境庁委託十勝川源流部原生自然環境保全地域調査報告書. pp.159-187. 日本自然保護協会, 東京.
- 亀井専次. 1959. IV. 病害および菌害. 北海道風害森林総合調査報告(北海道風害森林総合調査団編). pp.231-290. 日本林業技術協会.
- 加藤美栄子・松田 彊. 1986. 針広混交林の小面積風害跡地における更新様式. 北海道大学農学部演習林研究報告, 43: 513-541.
- 苅住 昇. 1979. 樹木根系図説. 1121pp. 誠文堂新光社, 東京.
- 紺野康夫・金子正美・山本耕三. 1981. 林床にササを有するトドマツ, エゾマツ天然林の更新. 森林の更新過程と機構の生態学的解析(黒岩澄雄編). pp.20-29.
- Kubota Y. and Hara T. 1996. Recruitment processes and species coexistence in a sub-boreal forest in northern Japan. Annals of Botany, 78: 741-748.
- Kubota Y., Konno Y. and Hiura T. 1994. Stand structure and growth patterns of understory trees in a coniferous forest, Taisetsuzan National Park, northern Japan. Ecological Research, 9: 333-341.
- 丸山まさみ・丸山立一・紺野康夫. 2004. 北海道大雪山国立公園, 然別湖の植物-I. 然別湖植物目録(第1版). ひがし大雪博物館研究報告, 26: 1-22.
- 丸山立一. 2005. 北方針葉樹林の更新に関する研究.

- 岩手大学連合大学院連合農学研究科学位論文。  
丸山立一・丸山まさみ・紺野康夫, 2004. 北海道の針葉樹林におけるトドマツ・エゾマツ実生の定着に対する林床植生とリターの阻害効果. 日本生態学会誌, 54:105-115.
- 中村まさみ, 1990. 然別湖北方におけるトドマツ・エゾマツ林の構造と更新. 帯広畜産大学畜産学研究科修士論文, 93pp.
- 中静 透・山本進一, 1987. 自然攪乱と森林群集の安定性. 日本生態学会誌, 37:19-30.
- 竹内清秀, 1997. 風の気象学, 172pp. 東京大学出版会, 東京.
- 玉手三稜寿, 1959. II. 気象. 北海道風害森林総合調査報告(北海道風害森林総合調査団編), pp.101-174. 日本林業技術協会.
- 山岸宏光・安藤重幸, 1982. 5万分の1地質図幅「然別湖」および説明書, 1葉+26pp. 北海道立地下資源調査所.
- 山本進一, 1981. 極相林の維持機構—ギャップダイナミクスの視点から—, 生物科学, 33:8-16.
- 山本進一, 1984. 森林の更新—そのパターンとプロセス—, 遺伝, 38:43-50.
- 渡辺定元, 1994. 樹木社会学, 450pp. 東京大学出版会, 東京.

## Summary

We studied the wind-damaged trees caused by Typhoon No.18 in 2004 in the north coniferous forest area of the Lake Shikaribetsu (800m alt.) locating on the southeastern part of Taisetsuzan National Park, central Hokkaido. The purposes of the study were to collect the fundamental data for conifer regeneration on fallen logs and to record a natural disturbance occurred on the forest around the Lake Shikaribetsu. We set 2 lines (1.4km, 1.1km) along the road in the north area and examined wind-damaged trees in the coniferous forest within the order of 100m both roadsides. Tree species, types of damage (stem breakage, stem-base breakage, uprooting), dbh (diameter at breast height), direction of fall and size of root systems were recorded for trees  $\geq 20\text{cm dbh}$ . Wind-damaged trees were scattered in one or several pieces throughout the study site, 115 stems (84.6%) for *Abies sachalinensis*, 19 stems (14.0%) for *Picea jezoensis* and 2 stems (1.5%) for *Picea glehnii*. The proportion of uprooting was higher for both *A. sachalinensis* and *P. jezoensis*. *A. sachalinensis* stems were abundant in 30-49cm dbh classes of each damage type. *P. jezoensis* stems were abundant in 60cm dbh class for stem breakage and in 20cm and 50-69cm dbh classes for uprooting. Uprooting of *A. sachalinensis* was considered to be caused more by decay of root systems than by growth insufficiency. Damage of large size *P. jezoensis* was speculated to be affected by the increasing wind pressure according to larger crown size. Although Typhoon No.21 in 2002 also damaged the forest around the Lake Shikaribetsu, few trees were damaged in the north area of the lake despite the higher wind velocity than Typhoon No.18. Difference in damage between the two typhoons was straighten out to be occurred because of the relation between wind direction and topography. Sixty percent of wind-damaged trees by Typhoon No.18 were oriented in the range of northeastern to eastern direction. This fact showed the wind damage in the north area was caused by southwestern wind blown intensively into the basin of the Yanbetsu River, opened widely toward the wind direction. *A. sachalinensis* had higher probability of wind damage than *P. jezoensis*, because the ratio of two species was 3:1 in the canopy layer of living trees but was 6:1 in the damaged trees. This result suggests that the difference in species susceptibility to wind damage may become one of the important factors on discussion of the coexistence of *A. sachalinensis* and *P. jezoensis*.