

LIDAR データを用いた風害被害林の経年変化

森林総合研究所北海道支所 高橋 正義・宇都木 玄・石橋 聡
 森林総合研究所 鷹尾 元

はじめに

森林生態系にとって自然攪乱はその安定性に深く関わる重要な要素であるということが 80 年代から認識されはじめた(7)。日本では台風が最も代表的かつ普遍的な自然攪乱として重要である(6)。北海道では 1954 年の洞爺丸台風(1)、1981 年台風 15 号(4)、2002 年台風 20 号などの台風によって大きな風害被害を受けた。また、2004 年 9 月に発生し、北海道を含む日本各地に大きな被害(8,9)をもたらした台風 18 号(以下 0418 号台風)は記憶に新しい。今後、地球温暖化にともなって相対的に強い台風が増えることが予想されていること(3)から、森林生態系のダイナミクスを理解する上で、台風によって生じる森林の攪乱とその後の回復プロセスを明らかにすることが必要である。

0418 号台風は洞爺丸台風以来の記録的な暴風により、苫小牧や札幌などの森林に大きな風倒被害をもたらした(2,10,11,12)。森林総合研究所北海道支所構内の羊ヶ丘実験林も大きな被害を受け、気象観測タワー(6)も倒壊した。鷹尾らは風倒前後に取得された LIDAR データを用い、羊ヶ丘実験林内の天然林の林冠と地上バイオマスの台風による被害状況を評価した。その結果、実験林の天然林の林冠のうち 22.4%が風倒によって攪乱被害を受けたこと、天然林の 8.9%は林冠構成木が倒壊する壊滅的な攪乱であったことなどを明らかにした(11)。また LIDAR 技術は風倒被害を詳細に把握できる技術であることも明らかにした。そこで、本研究では風倒被害林の経年変化について、風倒 2 年後に観測した LIDAR データを用いて検討したので報告する。

対象地

森林総合研究所北海道支所の羊ヶ丘実験林は札幌市南部(N42° 59' E141° 23')に位置する。面積 146.8haのうち、約 97ha を占める天然林は 1912 年に生じた山火事後の再生林で、シラカンバとミズナラを主要構成木とし、上層樹高約 20m 前後の落葉広葉樹二次林である(13)。0418 号台風被害は主に根返りによる倒伏であるが、幹や枝の折損や傾斜木、隣接残存木への掛かり木なども見られるなど、被害の形態は様々であり、また、被害の度合いもほぼすべての立木が倒伏した林分から、単木的に被害を受けた林分やほとんど被害を受けていない林分まで様々見られた(11)。このような風倒被害をうけた羊ヶ丘実験林全域を解析の対象とする。

資料および方法

実験林を含む LIDAR データは、風害前の 2003 年 9 月 2 日(センサー: ALTM2050)および 11 月 8 日(センサー: ALTM2050)、風害直後の 2004 年 10 月 1 日(センサー: ALS50)に取得したものである。これらのデータはスポット直径約 20cm、パルス密度 2~4 点/m²で観測されたものである。2006 年データは風害後 2 年が経過した 2006 年 9 月(センサー: ALS50)に取得された市販の LIDAR データ(Rams-e, 国際航業)で、スポット直径約 80cm、パルス密度約 0.4 点/m²で観測されたものである。これらのデータから林冠高および風倒被害を評価した。評価方法は鷹尾らの方法(11)に倣った。

2003 年データのうち、前者からは地表面高を、後者からは地面高を算出し、その差分から 1m 解像度の被害前林冠高を算出した。また、地面高と 2004 年データから算出した風害直後の地表面高の差分から 1m メッシュの被害直後林冠高を算出した(11)。

2006 年データはパルス密度が被害前、および被害直後のデータと比べて低い。そこで、パルスが 1 点以上落ちているメッシュのみについて地表面高および地面高との差分による林冠高を計算した。同一メッシュ内にパルスが複数含まれている場合は最大値を地表面高とし、算出に用いた。ここでいう林冠とは風害前の地表面高と地面高差分が 3m 以上のものを指す。

風倒前と比べて林冠高の変化率が-70%以上変化した場合を風害によって林冠が沈降した((11)、以下林冠沈降)とし、上述の 3 時期の林冠高から 1m メッシュで評価した。被害の変化傾向を知るために 20m メッシュに再区分した。2006 年データのないメッシュがあるため、2006 年データがある 1m メッシュのセルを対象とした。そこで、2003 年および 2004 年の林冠高データのうち、2006 年データがないメッシュは再区分の対象から除外した。

結果及び考察

1)1m メッシュ林冠高の変化

図-1 に 3 時期の 1m メッシュ林冠高を図示した。上述のように、2006 年データはパルス密度が低いため、1m メッシュにした場合データがないメッシュが発生する。2003 年、2004 年データがある範囲で、2006 年データ(1m メッシュ)がない割合は 28.2%であった。換言すると、約 7 割の 1m メッシュ点で 3 時期のデータが存在する。これら 3 時期の 1m メッシュを使い、台風被害直後から 2 年間の樹高の変化を観察した。その結果、小幅な増加、大幅な増加、小幅な減少、大幅な減少の 4 つの変化パタ

ーンが見られた。これは、立木の成長や風害激害地で生じている植生の回復、風倒被害後、隣接木からの樹冠の張り出しによる回復、残存立木の枝等に追加的に発生した軽微な被害あるいは風倒によって生じた傾斜木の軽微な変化、残存立木や傾斜木に追加的に発生した重度の被害を表している可能性が考えられる。ただし、2006年データと2003、2004年データとはスポット直径(約80cmと約20cm)やスポット密度(約0.4点/m²と約2~4点/m²)が異なることや、1mメッシュ化の手法の影響を受けている可能性がある。また、各時期のLIDARデータの位置精度の精査も必要と考えられる。

2) 20mメッシュデータによる変化

20mメッシュデータに再区分に使用したデータは2006年データがある1mメッシュデータであるため、20mメッシュの各メッシュで用いた1mメッシュデータ数が異なり、最も多いメッシュに含まれるデータ数は376(94%)であった。おおむね、20mメッシュあたり250以上のデータがあった。

図-2に3時期のデータを使って計算できる林冠沈降率を図示した。風害前と直後(2003-2004)の沈降率の分布は既往の研究と非常に似た傾向(II)であり、間引きされたデータでも全体の傾向をよく表していることが確認できた。風害前から風害2年後の変化(2003-2006)を見ると追加的に林冠が沈降しているメッシュが見られた。風害直後から風害2年後までに林冠沈降率が10%以上変化したメッシュは全体の6.4%(396)であった。その分布を見ると(図-2c)実験林の森林全体に見られた。追加的な風害被害はどの場所であっても生じる可能性があるが、大規模に被害を受けた場所ではより多くの追加的な被害を受ける傾向があると考えられる。実験林の天然林の多くを占める山火事後の再生林は林齢が90年前後であり、主要構成種のシラカバの枯損が見られ始めていたことから、単木的に見ると風害被害を受けやすい個体が多い森林であることも追加的な被害が全域で見られる要因の一つである可能性がある。

また、25%以上の変化したメッシュは風害による変化が大きい、重度の被害を受けた場所の周辺、風倒被害後に他の目的で計画的に伐採された場所に見られた。大規模な風害被害を受けた場所はその被害程度に応じてギャップが生じており、風害前の林冠の物理的状態や生物的環境が大きく異なることから追加的な被害が発生しやすいと考えられる。変化が大きいメッシュの分布傾向はこのことを明示していると言える。

これらから、多時期のLIDARデータを使うことによって風倒被害からの回復過程に見られる林冠高の増加、減少双方の変化という形で観察されることが明らかになった。林冠高の増加は樹木の成長や下層植生の更新に伴って生じる他に、被害によって生じたギャップを修復するような形で生じる隣接木からの樹冠の張り出し等が考えられる。一方で減少は風倒被害直後にかかり木や傾斜していた立木がその後追加的に変化したものや新たに生じた倒木、かかり木、傾斜木などによって生じるものと考えられる。追加的に生じた林冠沈降の変化に着目すると、大規模な風倒被害を受けた場所の周辺では追加的に風倒被害を受ける可能性が高く、その強度も大きい傾向

が見られたことから、風倒被害からの回復過程は受けた被害の程度や規模によって異なる可能性がある。風倒からの回復プロセスを理解するためには風倒によって生じた大規模なギャップの周辺に着目する必要がある。以上のことから、多時期のLIDARデータを使うことによって風倒被害からの回復過程は可能であるといえる。

ただし、使用するLIDARデータには吟味が必要であり、仕様の異なるLIDARデータを利用した場合、様々な問題が生じる可能性があることを十分考慮に入れなければならない。今回使用したデータのうち、2006年データは市販のデータであるため、他時期のデータに比べてスポット径やスポット密度が異なる。従って、データ処理には様々な工夫が必要であった。市販されている汎用データを活用する場合、データのスクリーニングや高解像、高密度データの間引き処理など、その利用方法を十分に検討する必要がある。LIDARで新たに観測するのであればその後のデータ処理や位置精度の評価も含め、計画時に十分な考慮が必要であると考えられる。

まとめ

0418号台風の被害を受けた森林総合研究所北海道支所の実験林における経年変化について、風倒2年後に観測したLIDARデータを用いて検討し、多時期のLIDARデータによる林冠高の変化からその回復過程が観測できた。

今後は質の高いLIDARデータで継続して観測を行い、風害からの回復プロセスを明らかにしていきたい。

引用文献

- (1)旭川営林支局・日本林業技術協会(1995)石狩川源流森林総合調査報告書. 357pp
- (2)北海道森林災害リモートセンシング研究会(2005)リモートセンシングによる森林風倒被害解析報告書—2004年台風第18号による被害調査—. 62pp
- (3)小池勲夫(編)(2006)地球温暖化はどこまで解明されたか. 丸善, 277pp
- (4)三浦覚・松本陽介・真下育久(1984)台風15号(昭和56年)により東京大学北海道演習林に発生した風害の要因解析. 東大演報 73: 139-160
- (5)中井裕一郎・北村兼三・鈴木覚(2003)北方系落葉広葉樹林における大気—森林間のCO₂交換量. 森林総研道支所研究レポート 72.
- (6)中静透・山本進(1987)自然攪乱と森林群集の安定性. 日生態会誌 37: 19-30
- (7)Pickett, STA. and White, PS. (1985) The ecology of natural disturbance and patch dynamics. New York, NY:Academic Press
- (8)支笏湖周辺風倒木被害復旧対策検討委員会(2005)支笏湖周辺風倒木被害復旧対策検討委員会報告書. 1-38
- (9)森林総合研究所北海道支所(2005)支笏湖周辺風倒木被害復旧対策に関する研究調査報告書. 1-33
- (10)鷹尾元・石橋聡・高橋正義・瀬瀬光雄(2005)2004年台風18号による森林風倒害のSPOT-HRV画像を用いた抽出. 日本写真測量学会平成17年度年次学術講演会発表論文集, 1-2

- (11)鷹尾元・宇都木玄・佐々木尚三・飯田滋生・阿部真・飛田博順 (2005) LIDARによる落葉広葉樹林の風倒害の評価. 写真測量とリモートセンシング 44 : 18-21
 (12)高橋正義・鷹尾元・石橋聡 (2006) 苫小牧国有林における2004年台風18号の台風被害. 日林北支論 54 :

- 104-106
 (13)宇都木玄他 (2004) 札幌市郊外の落葉広葉樹林における現存量に関する諸量の推定(I). 日林北支論 52 : 99-101

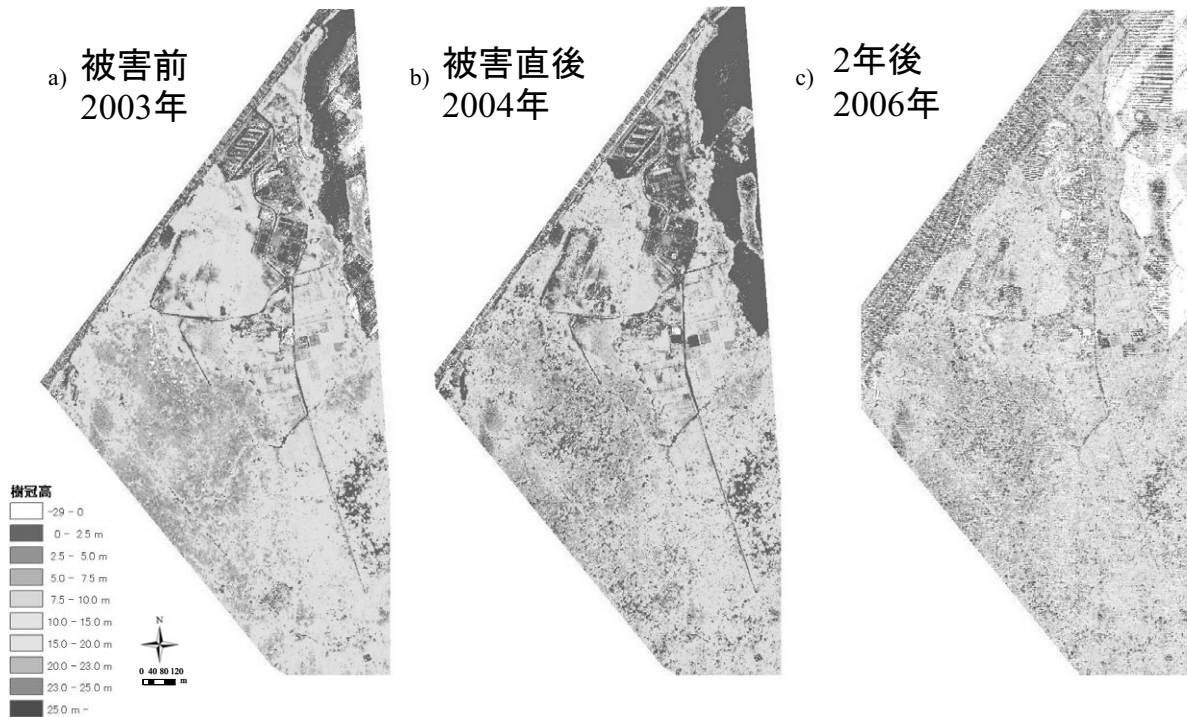


図-1 3時期のLIDARデータによる1mメッシュ林

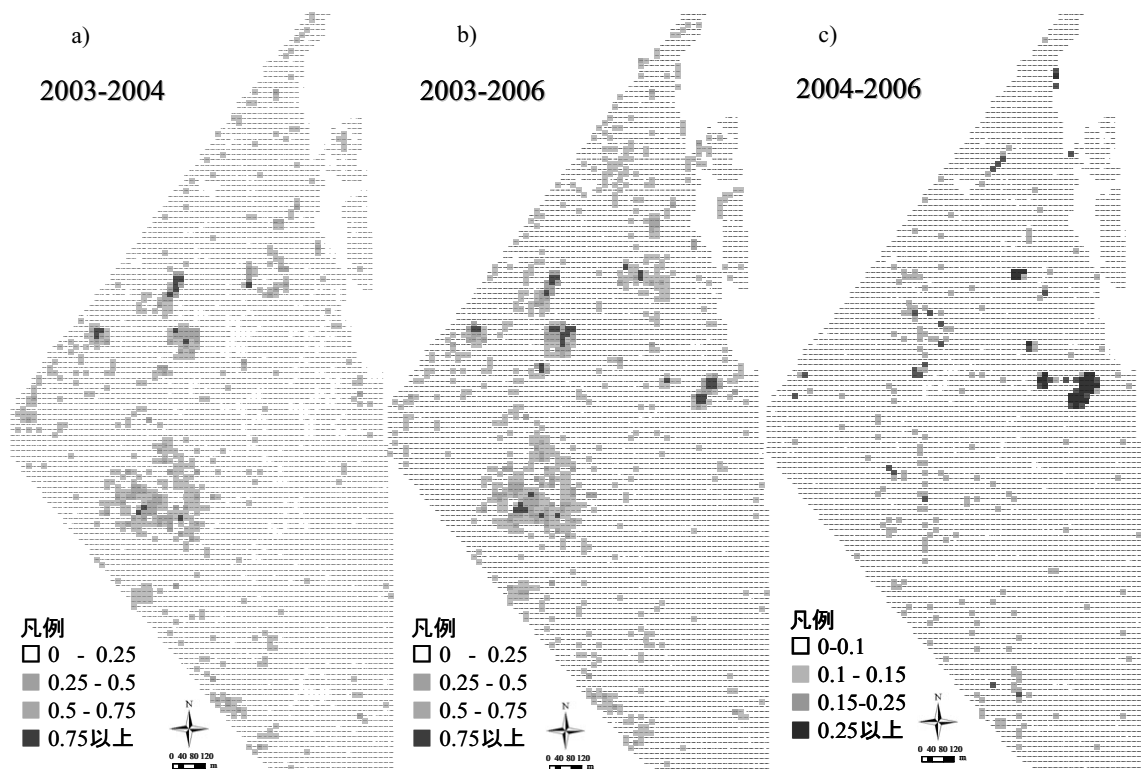


図-2 3時期の1mメッシュ林冠高を用いた林冠沈降率割合(20mメッシュ)