

平成29年台風第21号による足羽山・八幡山・兎越山の倒木調査

中村 幸世*・吉澤 康暢*

Survey of fallen tree caused by '17-21 typhoon in Mt. Asuwa, Hachiman and
Osagoe in Fukui City, Fukui Prefecture

Sachiyo NAKAMURA*, Yasunobu YOSHIKAWA*

(要旨) 平成29年10月16日にカロリン諸島で発生した台風第21号は、福井県に22日夜遅くから23日未明にかけて最も接近し、記録的な暴風と大雨をもたらした。

福井市の平野の中で孤立した丘陵である足羽山、八幡山、兎越山において、本台風の影響による倒木や幹折れ、枝折れの被害が多数確認されたため、高木を中心にその実態を調査した。その結果、台風による倒木等は、足羽山36本、八幡山21本、兎越山10本であった。これらの倒木等の最大の原因は、最大瞬間風速32.4m/sを観測した強い北風によるものであり、風当たりの強い尾根筋や、台風の風向(北風)との関係から北側斜面に被害が集中していた。また、地下の岩盤が浅く土壌が薄いこと根を深く張れないことや、激しい降雨により風化した土壌が緩んだことも、根が岩盤上をすべったり、根が浮き上がったことの原因であることが分かった。また、被害を受けた樹種は、主に高木のコナラやモミであった。足羽山において、倒木撤去のために伐採されたコナラとモミの切株の年輪による樹齢計測では、コナラの樹齢は79年、モミの樹齢は98年であった。

キーワード：足羽山、八幡山、兎越山、台風第21号、倒木

1 はじめに

福井市の市街地のほぼ中央に位置する足羽山、八幡山、兎越山は孤立丘陵である。標高116.4mの足羽山は、植生の約7割をコナラ・アベマキなどの落葉広葉樹林が占め、足羽神社や藤島神社周辺にスダジイ・シラカシなどの常緑広葉樹林が分布している。西部には墓地公園が造成されており、主に草地となっている。標高131mの八幡山は、植生の約6割をコナラ・アベマキなどの落葉広葉樹林が占め、南斜面を中心にモウソウチク林が分布し、山頂付近は公園等の造成地となっている。標高82mの兎越山は、植生の約8割をコナラ・アベマキなどの落葉広葉樹林が占め、山頂付近は公園等の造成地となっている(図1)。

平成29年10月16日にカロリン諸島で発生した台風第21号は、21日に超大型で非常に強い勢力となり、23日3時頃に非常に強い勢力を保ったまま静岡県御前崎付近に上陸し、関東地方を通過し、福井県沖へ抜け、23日15時に北海道の東で温帯低気圧に変化した。福井県には22日夜遅くから23日未明にかけて最も接近し、福井観測所における22日の最大風速は、14.6m/s(21時14分、北北東の風)、最大瞬間風速は29.1m/s(23時58分、北の風)、23日の最大風速は、16.4m/s(1時42分、

北の風)、最大瞬間風速は32.4m/s(1時40分、北の風)を観測した。また、日本の南岸に停滞する前線の影響で、台風接近前の21日朝から雨が降りはじめ、23日夜まで激しい雨が降り続いた。福井観測所において観測された22日0時から23日24時までの降水量の合計は162.5mmであった(福井地方気象台編, 2017)。

本台風の通過後、足羽山、八幡山、兎越山において倒木等が多数確認されたため、本台風により被害を受けたと見られる高木を中心に、倒木等の実態及びその原因について調査したので、その結果を報告する。

2 調査場所と調査方法

足羽山、八幡山、兎越山それぞれにおいて、散策道および車道沿いを踏査により調査した。具体的には、被害を受けたと見られる約8m以上の高木を中心に、樹高、樹幹の胸高直径、倒れた方向を計測し、倒木等の位置を地図に記入し、記録写真を撮影した。樹高及び樹幹の胸高直径の計測は、コンベックスやレーザー距離計(Leica DISTO D210)を使用し、樹木が倒れた方向の計測はクリノメーター(SHOWA SOKKI製)を使用した。クリノメーターで測定したデータには偏角が含まれており、福井市の偏角は西へ約7°であるた

*福井市自然史博物館 〒918-8006 福井県福井市足羽上町147

*Fukui City Museum of Natural History, 147 Asuwakami, Fukui City, Fukui 918-8006, Japan

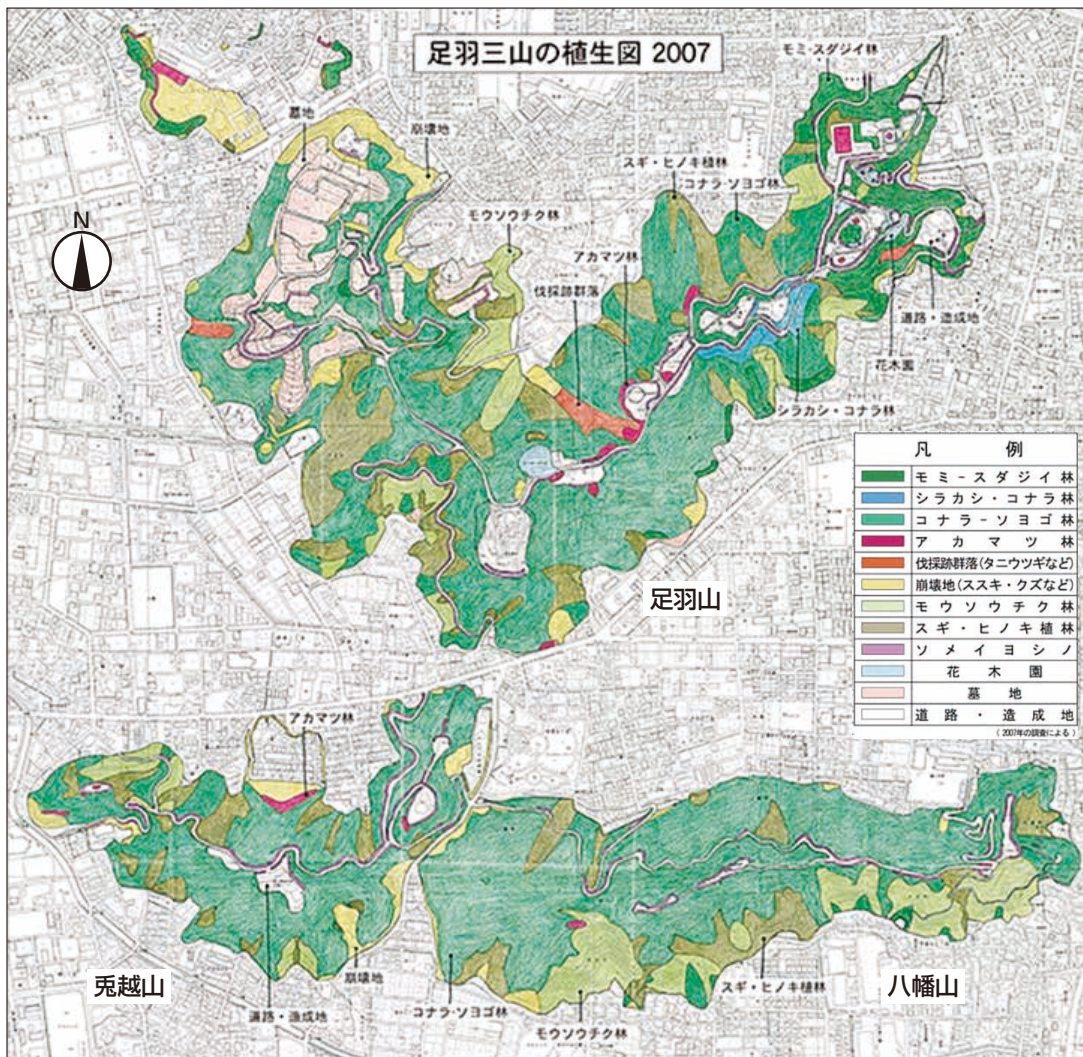


図1：足羽三山の植生図 (未公表資料 中村・吉澤, 2007)

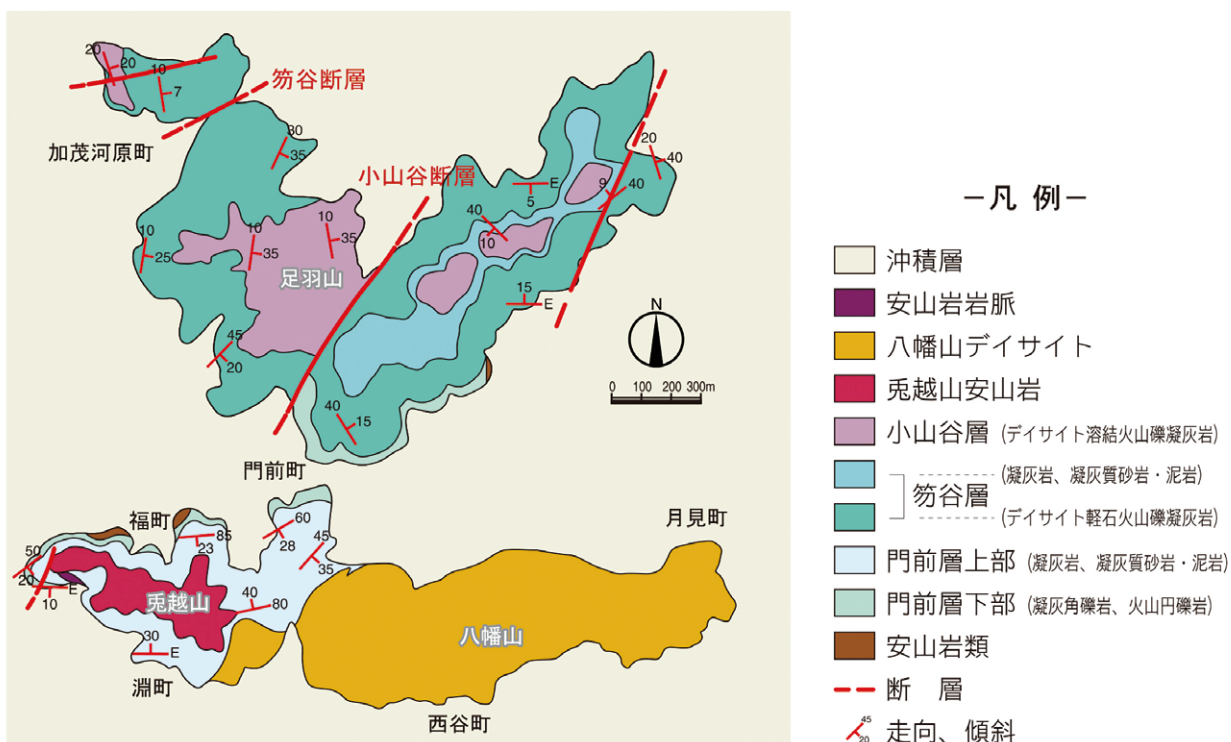


図2：足羽三山の地質図 (吉澤, 2008)

め、計測結果に真北への補正を行った。調査は、2017年10月25日・26日・27日、11月1日・2日・30日、12月1日・6日・13日の9日間実施した。

3 調査結果

倒木等の調査結果を図3、表1～3に示す。図4～9は足羽山、八幡山、兎越山の倒木の原因の分類であり、●：急斜面での根の浮き上がり、▲：平地での根の浮き上がり、×：根の岩盤上のすべり、■：樹幹の腐り、○：幹折れ、△：枝折れを表している。これらの記号は、図3と表1～3にも共通である。図3の矢印は樹木の倒れた方向を示し、数字は山ごとにふった樹木の通し番号で、表1～3の番号と対応している。足羽山、八幡山、兎越山それぞれの詳細な結果について、以下に記す。

(1) 足羽山

北東部及び北西部の車道沿いの北側急斜面を中心に、倒木23本、幹折れ8本、枝折れ5本を確認した。図3の結果から、北東部では北の風を受けた樹木が南東から南南西に倒れ（15番のクリの樹幹の腐りによる倒木を除く）、北西部では南南東から南西に倒れていた。倒木の原因として、北側急斜面に生育していた樹木が北からの強風に揺さぶられ、斜面下方側の根が浮き上がり倒れたと考えられるもの（図4、11、12、13、15）が14本、樹幹の腐りによるもの（図7、16）が5本、平地で強風に揺さぶられ、根が浮き上がり、風下へと倒れたと考えられるもの（図5、14）が4本であった。樹種としてはコナラの倒木が13本と半数以上を占め、そのうち9本が急斜面での根の浮き上がりによるもの、4本が樹幹の腐りによるものであった。また、足羽山北東部のモミスダジイ林において、モミの倒木（図11、12）、幹折れ、枝折れ（図10）を各1本ずつ確認し、それらはいずれも北側急斜面に生育していた高さ20m以上の高木であった。

(2) 八幡山

東部及び西部の車道沿いの北側急斜面、及び山頂付近の公園部において、倒木15本、幹折れ1本、枝折れ5本を確認した。図3の結果から、それらは北の風を受け、南南東から南西に倒れていた。倒木の原因として、土壌と共に根が岩盤上をすべって倒れたと考えられるもの（図6、19、21）（斜面の方向と同じ北西から北北東に倒れていた）が7本、平地で強風に揺さぶられ、根が浮き上がり、風下へと倒れたもの（図5、20）が5本、北側急斜面に生育していた樹木が強風に揺さぶられ、斜面下方側の根が浮き上がって倒れたと考えられるもの（図4）が2本、樹幹の腐りによるもの（図7）が1本

であった。樹種として多かったのは、コナラ4本、ソメイヨシノとイイギリ各3本であった。

(3) 兎越山

車道沿いの北側斜面を中心に、倒木5本、幹折れ5本を確認した。図3の結果から、それらは北の風を受け、南東から南西に倒れていた。倒木の原因として、北側斜面に生育していた樹木が北からの強風に揺さぶられ、斜面下方側の根が浮き上がり倒れたと考えられるもの（図4）が3本、樹幹の腐りによるもの（図7）が1本、土壌と共に根が岩盤上をすべって倒れたと考えられるもの（図6、22）（斜面の方向と同じ北西に倒れていた）が1本であった。また、幹折れ（図8、23）は、車道沿いの至る所で見られた。樹種としては、倒木は主にカラスザンショウ、幹折れは主にコナラであった。

(4) 年輪による樹齢計測

足羽山において、12月5日にモミ、12日にコナラの倒木撤去のための伐採が行われたため、伐採後のそれぞれの切株について、樹幹の直径と年輪による樹齢の計測（深澤、1990）を実施した。その結果、コナラの樹幹の直径は65cm（図24）、樹齢は79年であり（図26）、心材と辺材が区別でき、樹皮にコルク層が発達し、年輪は不明瞭な部分もあった。モミの樹幹の直径は80cm（図25）、樹齢は98年であり（図27）、年輪は明瞭であった。いずれも、方角による年輪幅の違いや、福井空襲（1945年）の火災の痕跡等は認められなかった。

4 考察

以上の調査結果から、倒木等の原因について考察を試みた。

(1) 足羽山

①地質との関係

尾根筋の地質は、小山谷層と呼ばれる溶結凝灰岩層から成っている（図2）。この層は、深層風化が進み土壌化しているため、土壌はとて柔らかく、植物の根が地下深くまで入り込んでいる。一方、土壌が柔らかいことにより崖崩れが起きやすいという特徴がある（図17）。道路沿いの北側急斜面で倒木が多かったのは、本台風による激しい降雨により柔らかい土壌がさらに緩んだため、もともと根の張り方が弱いと考えられる斜面下方側の根が簡単に浮き上がり、倒れたものと考えられる。

②地形との関係

倒木等は、北東部及び北西部の尾根筋の北側斜面で多く見られた。このあたりは足羽山で最大の急斜面であり（図3）、本台風による北からの強風の障壁になっ

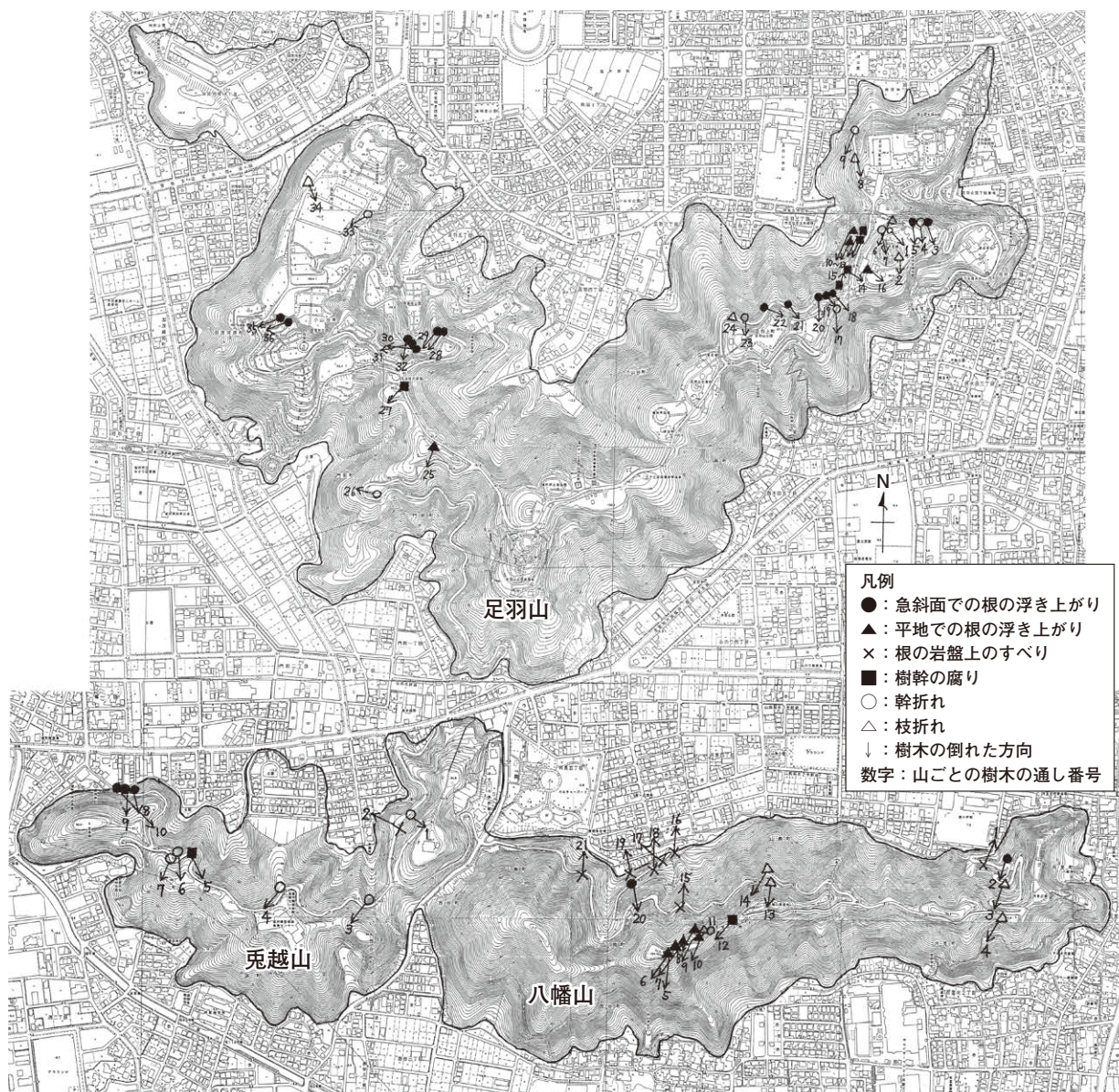


図3：平成29年台風第21号による倒木等調査結果（足羽山・八幡山・兎越山）

たとえられる。このことから、急斜面という不安定な生育環境と、そこに生育する樹木への風当たりが非常に強かったことが原因と考えられる。

③倒木・幹折れ・枝折れの樹種

コナラの倒木が最も多く13本であった。植生の約7割をコナラなどの落葉広葉樹林が占めていることから、相対的にコナラの倒木が多くなったものと考えられる。コナラの倒木の原因のうち、斜面下方側の根の浮き上がりによるものが9本、樹幹の腐りによるものが4本であり、他の樹種ではクリにしか見られなかった樹幹の腐りによる倒木が約3割を占めていた。これは、コナラの樹幹に菌類等の腐朽による空洞化が起これ、木材強度が弱くなっていたことが原因であると考えられる。また、倒木撤去のために伐採されたコナラ（表1の5番、図24、26）の年輪による樹齢の計測では、樹齢は79年であった。今から72年前の福井空襲の折、

足羽山でも多くの樹木が火災により消失した中、このコナラは火災を免れたものとみられる。

また、北東部の北側急斜面において、高さ20m以上のモミ3本の倒木や幹折れ、枝折れがあった（図10、11、12）。これは、モミは太い横枝をほぼ水平に伸ばした円錐状の樹冠を形成するため、北からの強風を樹冠全体に受けて激しく揺さぶられ、斜面下方側の根の浮き上がりによる倒木のほか、幹折れや枝折れが起こったと考えられる。また、倒木撤去のために伐採されたモミ（表1の3番、図25、27）の年輪による樹齢の計測では、樹齢は98年であった。1909年（明治42年）に皇太子殿下（大正天皇）が福井県を行啓した際に撮影された記録写真において、三段広場周辺にモミの若木が数本見られるが（福井市立郷土歴史博物館編、1987）、今回伐採されたモミは、行啓の約10年後に芽生えたものであることが確認できた。

表1：足羽山の倒木・幹折れ・枝折れの調査結果

	種名	樹高(m)	胸高直径(cm)	倒れた方向	倒木*	幹折れ*	枝折れ*
1	ヤマザクラ <i>Cerasus jamasakura</i> var. <i>jamasakura</i>	11.5	35	N43° W		○	
2	モミ <i>Abies firma</i>	23.0	60	N10° W			△
3	モミ <i>Abies firma</i>	27.2	80	N23° W	●		
4	ウワミズザクラ <i>Padus grayana</i>	15.3	30	N13° W		○	
5	コナラ <i>Quercus serrata</i> var. <i>serrata</i>	15.7	65	N 8° W	●		
6	サクラ類 <i>Cerasus</i> sp.	9.0	20	N27° E			△
7	樹種不明	7.9	25	N13° W		○	
8	スタジイ <i>Castanopsis sieboldii</i> subsp. <i>sieboldii</i>	14.3	40	N28° W			△
9	モミ <i>Abies firma</i>	22.0	65	N17° E		○	
10	コナラ <i>Quercus serrata</i> var. <i>serrata</i>	16.0	50	N27° E	■		
11	コナラ <i>Quercus serrata</i> var. <i>serrata</i>	9.0	30	N27° E	■		
12	スタジイ <i>Castanopsis sieboldii</i> subsp. <i>sieboldii</i>	9.0	15	N27° E	▲		
13	スタジイ <i>Castanopsis sieboldii</i> subsp. <i>sieboldii</i>	9.0	10	N27° E	▲		
14	コナラ <i>Quercus serrata</i> var. <i>serrata</i>	9.3	40	N58° W	■		
15	クリ <i>Castanea crenata</i>	8.3	50	N22° E	■		
16	ハリエンジュ <i>Robinia pseudoacacia</i>	9.8	65	N48° W	▲		
17	ドイツトウヒ <i>Picea abies</i>	16.0	50	N 8° W		○	
18	コナラ <i>Quercus serrata</i> var. <i>serrata</i>	13.8	70	N43° W	●		
19	コナラ <i>Quercus serrata</i> var. <i>serrata</i>	13.8	70	N43° W	●		
20	エノキ <i>Celtis sinensis</i>	20.0	50	N 3° W	●		
21	樹種不明	12.0	45	N38° W	●		
22	カラスザンショウ <i>Zanthoxylum ailanthoides</i> var. <i>ailanthoides</i>	14.0	30	N68° W	●		
23	アシウスギ <i>Cryptomeria japonica</i> f. <i>radicans</i>	12.0	30	N 3° W		○	
24	ソメイヨシノ <i>Cerasus × yedoensis</i>	14.0	55	-			△
25	コシアブラ <i>Chengiopanax sciadophylloides</i>	17.0	43	N17° E	▲		
26	アカマツ <i>Pinus densiflora</i>	10.0	30	N73° W		○	
27	コナラ <i>Quercus serrata</i> var. <i>serrata</i>	13.3	40	N37° E	■		
28	コナラ <i>Quercus serrata</i> var. <i>serrata</i>	19.0	50	N37° E	●		
29	コナラ <i>Quercus serrata</i> var. <i>serrata</i>	19.0	50	N37° E	●		
30	コナラ <i>Quercus serrata</i> var. <i>serrata</i>	19.0	50	N83° W	●		
31	コナラ <i>Quercus serrata</i> var. <i>serrata</i>	17.0	60	N77° E	●		
32	コナラ <i>Quercus serrata</i> var. <i>serrata</i>	17.0	60	N12° E	●		
33	ケンボナシ <i>Hovenia dulcis</i>	15.0	-	N57° E		○	
34	ケンボナシ <i>Hovenia dulcis</i>	12.0	-	N23° W			△
35	コナラ <i>Quercus serrata</i> var. <i>serrata</i>	15.0	-	N67° E	●		
36	アカマツ <i>Pinus densiflora</i>	15.0	-	N67° E	●		

*●：急斜面での根の浮き上がり ▲：平地での根の浮き上がり ■：樹幹の腐り ○：幹折れ △：枝折れ

表2：八幡山の倒木・幹折れ・枝折れの調査結果

	種名	樹高(m)	胸高直径(cm)	倒れた方向	倒木*	幹折れ*	枝折れ*
1	サクラ類 <i>Cerasus</i> sp.	7.0	60	N27° E	×		
2	ウワミズザクラ <i>Padus grayana</i>	14.0	40	N17° E	●		
3	モミジバフウ <i>Liquidambar styraciflua</i>	15.6	50	N17° E			△
4	クスギ <i>Quercus acutissima</i>	15.7	35	N32° E			△
5	ソメイヨシノ <i>Cerasus × yedoensis</i>	10.0	30	N 7° E	▲		
6	ソメイヨシノ <i>Cerasus × yedoensis</i>	14.0	40	N32° E	▲		
7	ソメイヨシノ <i>Cerasus × yedoensis</i>	14.0	50	N27° E	▲		
8	イイギリ <i>Idesia polycarpa</i>	16.0	40	N27° E	▲		
9	イイギリ <i>Idesia polycarpa</i>	15.8	25	N27° E	▲		
10	クスギ <i>Quercus acutissima</i>	12.3	30	N22° E			△
11	イイギリ <i>Idesia polycarpa</i>	15.4	40	-		○	
12	コナラ <i>Quercus serrata</i> var. <i>serrata</i>	11.0	40	N37° E	■		
13	ヤマザクラ <i>Cerasus jamasakura</i> var. <i>jamasakura</i>	14.0	30	N 7° E			△
14	カラスザンショウ <i>Zanthoxylum ailanthoides</i> var. <i>ailanthoides</i>	13.0	30	N27° E			△
15	ヤマハゼ <i>Toxicodendron sylvestri</i>	8.0	15	N 7° E	×		
16	コナラ <i>Quercus serrata</i> var. <i>serrata</i>	15.3	50	N 7° E	×		
17	コナラ <i>Quercus serrata</i> var. <i>serrata</i>	18.7	60	N53° W	×		
18	コナラ <i>Quercus serrata</i> var. <i>serrata</i>	18.7	60	N 8° W	×		
19	サクラ類 <i>Cerasus</i> sp.	14.0	30	N13° W	×		
20	ウワミズザクラ <i>Padus grayana</i>	11.7	25	N 8° W	●		
21	ウリカエデ <i>Acer crataegifolium</i>	8.0	7	N 7° E	×		

*●：急斜面での根の浮き上がり ▲：平地での根の浮き上がり ×：根の岩盤上のすべり ■：樹幹の腐り ○：幹折れ △：枝折れ

表3：兎越山の倒木・幹折れの調査結果

	種名	樹高(m)	胸高直径(cm)	倒れた方向	倒木*	幹折れ*	枝折れ*
1	ネムノキ <i>Albizia julibrissin</i> var. <i>julibrissin</i>	16.0	30	N53° W		○	
2	ソメイヨシノ <i>Cerasus × yedoensis</i>	7.0	15	N63° W	×		
3	カラスザンショウ <i>Zanthoxylum ailanthoides</i> var. <i>ailanthoides</i>	14.0	35	N37° E		○	
4	コナラ <i>Quercus serrata</i> var. <i>serrata</i>	14.1	40	N32° E		○	
5	コナラ <i>Quercus serrata</i> var. <i>serrata</i>	8.7	40	N23° W	■		
6	コナラ <i>Quercus serrata</i> var. <i>serrata</i>	12.0	60	N 3° W		○	
7	アシウスギ <i>Cryptomeria japonica</i> f. <i>radicans</i>	10.0	30	N22° E		○	
8	カラスザンショウ <i>Zanthoxylum ailanthoides</i> var. <i>ailanthoides</i>	10.5	40	N18° W	●		
9	カラスザンショウ <i>Zanthoxylum ailanthoides</i> var. <i>ailanthoides</i>	-	30	N 3° W	●		
10	ハゼノキ <i>Toxicodendron succedaneum</i>	21.0	60	N43° W	●		

*●：急斜面での根の浮き上がり ×：根の岩盤上のすべり ■：樹幹の腐り ○：幹折れ 学名は、米倉(2012)に準拠。

④風向き、生育環境との関係

倒木等は、道路沿いの北側急斜面や造成地において多く見られた。これは、道路沿い等にまばらに生えた樹木が北からの強風に揺さぶられ、障害物のない道路等の空間側に風が抜け、倒木等が起こったものと考えられる。

(2) 八幡山

①地質との関係

山全体がデイサイトという火山岩から成っている(図2)。岩盤が固く風化が進んでいないため、土壌がとても薄いという特徴がある(図18)。そのため、樹木の根は浅い土壌中を横に張っていると考えられる。西部の道路沿いの北側急斜面で、根が岩盤上をすべった倒木が多かったのは、激しい降雨により薄い土壌が緩んだため、強風に揺さぶられた樹木の根が、土壌と共に固い岩盤上を斜面の方向にすべり落ちたものと考えられる。

②地形との関係

倒木等が見られた東部及び西部の道路沿いの北側斜面は、高い尾根筋に面した急斜面であり(図3)、本台風による北からの強風の障壁になったと考えられる。このことから、急斜面という不安定な生育環境と、そこに生育する樹木への風当たりが非常に強かったことが原因と考えられる。山頂付近の公園部において、根の浮き上がりによる倒木が多かったのは、公園が尾根筋の平地にあり、周囲に障害物がないことにより、非常に強い風が樹木に吹きつけたことが原因と考えられる。

③倒木・幹折れ・枝折れの樹種

倒木等が多かったのは、道路沿いの北側斜面ではコナラ、公園部ではソメイヨシノとイイギリであった。これは、植生の約6割をコナラなどの落葉広葉樹林が占めていること、ソメイヨシノとイイギリが公園部に多く植栽されていることによると考えられる。

④風向き、生育環境との関係

西部の道路沿いの北側急斜面において、土壌と共に根が岩盤上をすべった倒木が多かった。これは、道路沿いにまばらに生えた樹木が北からの強風に揺さぶられ、風向きとは関係なく、斜面と同じ方向である北西から北へと根が岩盤上をすべったものと考えられる。また、山頂付近の公園部の平地において根の浮き上がりによる倒木が多かったのは、障害物のない場所でまばらに生えた樹木が北からの強風をまともに受けて激しく揺さぶられ、風下へと倒れたものと考えられる。

(3) 兎越山

①地質との関係

尾根筋の地質は、山頂付近が安山岩という火山岩か

ら成り、その周辺は門前層と呼ばれる凝灰岩層もしくは凝灰質砂岩・泥岩互層から成っている(図2)。風化が進んでいるが土壌は薄く、崩れやすいという特徴がある(図22)。道路沿いの北側斜面で倒木が多かったのは、激しい降雨により薄い土壌が緩んだため、もともと根の張り方が弱いと考えられる斜面下方側の根が簡単に浮き上がり倒れたものと考えられる。また、根が岩盤上をすべって倒れたソメイヨシノ(表3の2番、図22)は、降雨により緩んだ土壌と共に斜面の方向にすべり落ちたものと考えられる。

②地形との関係

倒木等が見られた北西部の道路沿いの北側斜面は、本台風の北からの強風の障壁になったと考えられる。このことから、斜面という不安定な生育環境と、そこに生育する樹木への風当たりが非常に強かったことが原因と考えられる。また、尾根筋の車道沿いで幹折れが見られたのは、標高が82mと低く地形の傾斜も緩やかであることから、風当たりは比較的弱かったとみられ、倒木ではなく幹折れになったものと考えられる。

③倒木・幹折れの樹種

倒木等が多かったのはコナラとカラスザンショウであった。これは、植生の約8割をコナラなどの落葉広葉樹林が占めていること、カラスザンショウは道路沿いなどの伐採跡地にいち早く侵入する先駆植物であることから、これらが道路沿いに多く生育していることによると考えられる。

④風向き、生育環境との関係

倒木等は、道路沿いの北側斜面で多く見られた。これは、道路沿いにまばらに生えた樹木が北からの強風に揺さぶられ、障害物のない道路側に風が抜け、倒木等が起こったものと考えられる。

5 まとめ

平成29年10月22日から23日にかけて福井県に最も接近した台風第21号の影響により、足羽山、八幡山、兎越山において67本の樹木の倒木や幹折れ、枝折れの被害があった。孤立丘陵である足羽山、八幡山、兎越山は風の影響を受けやすい。そのため、風当たりの強い尾根筋や、台風の風向(北風)との関係から北側斜面に被害が集中していた。沖縄における都市緑化樹木の台風被害対策の手引き(飯塚ほか、2011)によると、最大風速で約22m/s以上、最大瞬間風速で約40m/s以上となった時に、急速に被害本数が増加したという報告がある。本台風の北よりの風は強く、福井での最大風速は16.4m/s(23日1時42分、北の風)、最大瞬間風速は32.4m/s(23日1時40分、北の風)を観測した記録的な暴風が、足羽山、八幡山、兎越山の倒木等の最大

足羽山・八幡山・兎越山の倒木の原因分類

●：急斜面での根の浮き上がり

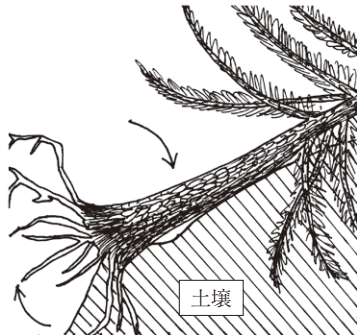


図4

▲：平地での根の浮き上がり

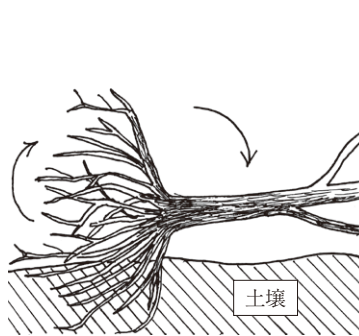


図5

×：根の岩盤上のすべり

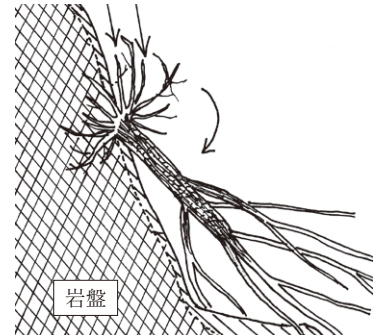


図6

■：樹幹の腐り

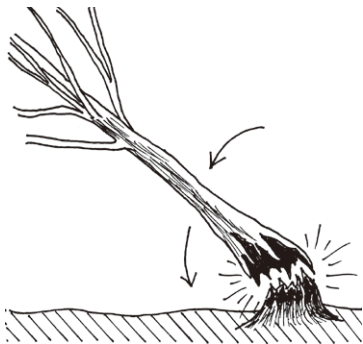


図7

○：幹折れ



図8

△：枝折れ



図9

の原因になったといえる。また、地下の岩盤が浅く土壌が薄いため根を深く張れないことや、激しい降雨により風化した土壌が緩んだことも、根の岩盤上のすべりや、根の浮き上がり等の主な原因となっていた。

また、倒木等の被害を受けた樹木のほとんどは、尾根筋や北側斜面の道路沿いや造成地等でまばらに生えていた樹木であった。樹木の多い林内では、風による衝撃は木々に分散すると考えられるが、これら障害物のない場所でまばらに生えた樹木への風当たりは、非常に強かったと考えられる。また、今回は約8m以上の高木を中心に倒木等の調査を行ったが、低木に倒木等がほとんど見られなかったことから、樹高が高いことも被害を受けた原因の1つであると考えられる。また、被害を受けた樹種は、足羽山では主にコナラとモミ、八幡山、兎越山では主にコナラであり、植生に応じた結果であった。足羽山において、倒木撤去のために伐採されたコナラの樹齢は79年、モミの樹齢は98年であり、いずれも方角による年輪幅の違いや、福井空襲の火災の痕跡等は認められなかった。

以上の結果より、足羽山、八幡山、兎越山の道路沿いや造成地等に生育する樹木は、台風などによる暴風、大雨により被害を受けやすい状態であると言える。

今後、道路整備や植樹等を行う際には、地形や地質

などの特性に応じた十分な地盤整備や植栽場所の検討を行うことが必要であると考えられる。また、モミなどのように枝を広げた樹形のものや、コナラなどのように樹幹の腐りがあるものは被害を受けやすいことから、剪定や点検などの樹木管理を定期的にも実施することも必要であると考えられる。

本調査の結果は、台風による倒木という、自然の営みの中で偶然に得られた資料によるものであるが、足羽山、八幡山、兎越山の地形や地質、樹木の生育環境、樹齢などを改めて知る良い機会となった。今後も新たな情報を得るために、様々な調査を行っていききたい。

引用文献

- 福井市立郷土歴史博物館編、1987、足羽山の今昔。福井市立郷土歴史博物館、P46。
- 深澤和三、1990、樹木の年輪が持つ情報（解析技術と林業への応用）。北海道大学農学部、154p。
- 福井地方気象台編、2017、平成29年台風第21号に関する福井県気象速報。福井地方気象台、26p。
- 飯塚康雄・松江正彦・長濱庸介、2011、沖縄における都市緑化樹木の台風被害対策の手引き。国土交通省国土技術政策総合研究所資料、621。
- 米倉浩司、2012、日本維管束植物目録。北隆館、379p。
- 吉澤康暢、2008、福井市足羽山の笏谷石と旧採掘坑道の陥没。福井市自然史博物館研究報告、55、33-46。



図10：表1の2番のモミの枝折れ（足羽山 三段広場）



図11：表1の3番のモミの倒木（足羽山 自然史博物館裏）



図12：表1の3番のモミの倒木（足羽山 自然史博物館裏）
図11の根の浮き上がり



図13：表1の18番・19番のコナラの倒木（足羽山 招魂社周辺）



図14：表1の25番のコシアブラの倒木（足羽山 柄鏡塚古墳）



図15：表1の28番・29番のコナラの倒木（足羽山 西墓地）



図16：表1の10番・11番のコナラと12番・13番のスタジイの倒木（足羽山 プナの道）



図17：図2の小山谷層の崖崩れ（足羽山 柄鏡塚古墳）



図18：図2のデイサイトの岩盤（八幡山 展望台付近）



図19：表2の1番のサクラ類の岩盤上のすべり
（八幡山 月見3丁目）



図20：表2の6番のソメイヨシノの倒木（八幡山 八幡山広場）



図21：表2の17番・18番のコナラの岩盤上のすべり（八幡山 月見5丁目）



図22：表3の2番のソメイヨシノの岩盤上のすべり
（兎越山 福町）



図23：表3の6番のコナラの幹折れ（兎越山 湊町）



図24：表1の5番のコナラの倒木の切株 直径65cm
(足羽山 自然史博物館裏)



図25：表1の3番のモミの倒木の切株 直径80cm
(足羽山 自然史博物館裏) 図11, 12のモミ



図26：図24の年輪の拡大（図中の目盛は年輪の数を表している）樹齢79年



図27：図25の年輪の拡大（図中の目盛は年輪の数を表している）樹齢98年