

樹種別の樹木根系による斜面補強効果の推定

(独) 森林総合研究所関西支所 黒川 潮

1. はじめに

樹木根系の斜面補強効果に関して、これまでは阿部（1997）によってスギ林に関して林齢、立木密度、胸高直径、根系分布との関係が調べられてきており、斜面安定計算における粘着力 ΔC として土の粘着力に付加することですべりに対する抵抗力の増分として評価されている。スギ以外の樹種に関しては根系分布形態について荻住（1979）が詳細な調査を行っている他、樹木の地上部と地下部の重量の比率（T/R 率）なども調査が行われているが、斜面補強効果との関係はあまり調べられてこなかった。そのため他の樹種に関してもスギと同様斜面補強効果に関しては ΔC の形で整理することが重要と考える。斜面補強効果を検討するためには根の直径 D と引き抜き強度 P の関係式である $P=aD^b$ （ a 、 b ：係数）が必要となるが、近年北原（2010）により様々な樹種においてこの関係が求められており、 ΔC を求めることが可能となりつつある。本報告では既往の研究成果から得られた $P=aD^b$ の関係と根系分布形態より様々な樹種の下で推定される ΔC の値に関して定量化を行うことを目的としている。

2. ΔC の算出

ΔC の算出にあたっては、樹種別の根の引き抜き抵抗力及び分布形態が必要となるため、これらに関する既往の資料の収集を行った。

表 1 にこれまでに北原（2010）らが発表している既往の引き抜き抵抗力 P と根の直径 D に関する結果をまとめた。引き抜き抵抗力の大きな樹種はスギ、ヒノキ、ケヤキ、ナラ類で、アカマツ、カラマツ、トドマツ等のマツ類は小さい。

表 1 の結果と表 2 の結果を基に、すべり面を 1m と想定した場合における ΔC の算出例を示す。表 2 における根系の分布形態、すべり面に侵入する根の本数は荻住（1979）の調査結果をもとに黒川ら（2000）がまとめたものを使用している。この結果 ΔC の斜面安定度へ寄与する効果は、スギ、ヒノキ、ヤマハンノキ、ヤシヤブシ、ミズナラが大きく、ニセアカシア、トドマツ、アカマツ、コナラ、ミズキ、リョウブ、ウワミズザクラ、ウリハダカエデ、ヒトツバカエデ、ヤマハギ、マダケは効果が小さいという結果となった。

3. おわりに

ΔC の算出にあたって側根の効果は入っていないため、引き抜き抵抗力の大きなケヤキ、コナラ等が効果小となっている。そのため ΔC の効果の中にどの程度側根の効果を入れるか検討する必要がある。また、根系の分布形態については議論もあるため、今後の調査によって ΔC の値の変更は適宜おこなう必要があると考える。

引用文献

- 阿部和時(1997). 樹木根系が持つ斜面崩壊防止機能の評価方法に関する研究, 森林総研研報, No.373, pp.105-181.
- 荻住昇(1979). 樹木根系図説, 誠文堂新光社, 1121p.
- 北原曜(2010). 森林の崩壊防止・土石流緩衝機能と間伐の効果, 第 48 回治山シンポジウム, pp.3-16.
- 黒川潮、阿部和時(2000). 伐採後の樹種別の崩壊防止機能の評価, 日林学術講, No.111, pp.641-642

表1 P=aD^b (P: 引き抜き抵抗力、D: 根の直径) における a、b の関係 (北原 2010 に加筆)

樹種	a	b	直径5mmの引き 抜き抵抗力(N)	直径10mmの引 き抜き抵抗力(N)
スギ	31.60	1.34	273	691
スギ	42.20	1.48	457	1274
スギ	126.80	1.08	721	1524
スギ	19.40	1.60	255	772
ヒノキ	12.30	1.80	223	776
ヒノキ	23.00	1.68	344	1101
ヒノキ	29.40	1.44	298	810
トドマツ	8.58	1.71	135	440
アカマツ	10.70	1.70	165	536
アカマツ	11.70	1.59	151	455
カラマツ	12.30	1.46	129	355
スギ・広葉樹	27.40	1.45	283	772
広葉樹	11.10	1.74	183	610
コナラ	39.30	1.41	380	1010
コナラ	28.40	1.56	350	1031
ミズナラ	20.70	1.56	255	752
クヌギ	14.50	1.72	231	761
クヌギ	20.40	1.42	201	537
クリ	21.10	1.49	232	652
ケヤキ	34.30	1.87	696	2543
ミズキ	25.30	1.54	302	877
リョウブ	18.50	1.51	210	599
ウワミズザクラ	20.40	1.51	232	660
カスミザクラ	14.90	1.47	159	440
ウリハダカエデ	17.50	1.49	193	541
ヒトツバカエデ	23.70	1.53	278	803
ケヤマハンノキ	9.73	1.74	160	535
ヤシャブシ	17.00	1.54	203	589
ニセアカシア	7.28	1.94	165	634
ヤマハギ	9.67	1.68	144	463
マダケ	13.50	1.73	219	—

*マダケは直径 5mm 以上のひげ根は存在しない

表2 樹種別の根系の分布形態、すべり面に侵入する根の直径別本数
より算出した ΔC (黒川ら 2000 に苅住 1979 を用いて加筆)

樹種	根系の分布形態				すべり面に侵入する根の本数			Δ C (kN/m ²)
	垂直分布	水平分布	細根量	細根太さ	0~5mm	5~10mm	10~15mm	
ヤマハンノキ	浅根型	中間型	密生型	繊細型	65	8	9	1.28
ヒノキ	浅根型	集中型	密生型	中間型	104	4	4	1.80
カラマツ	中間型	分散型	密生型	肥厚型	38	10	6	0.71
クロマツ	深根型	分散型	疎生型	肥厚型	18	10	4	—
ヤシャブシ	浅根型	集中型	密生型	繊細型	120	4	3	1.24
ニセアカシア	中間型	分散型	疎生型	中間型	9	1	1	0.17
スギ	深根型	中間型	密生型	肥厚型				1.454*
トドマツ	深根型	分散型	中間型	肥厚型	11	9	3	0.48
アカマツ	深根型	分散型	疎生型	肥厚型	12	3	3	0.34
コナラ	深根型	集中型	疎生型	繊細型	11	2	5	0.34
ミズナラ	深根型	集中型	疎生型	繊細型	13	4	8	1.59
クヌギ	深根型	集中型	疎生型	繊細型	12	6	5	0.67
クリ	深根型	集中型	疎生型	繊細型	5	3	6	0.71
ケヤキ	浅根型	分散型	密生型	繊細型	6	1	1	0.65
ミズキ	浅根型	分散型	密生型	肥厚型	10	3	1	0.40
リョウブ	浅根型	分散型	疎生型	繊細型	0	0	0	0.00
ウワミズザクラ	中間型	中間型	疎生型	繊細型	5	2	2	0.31
カスミザクラ				根系に関する資料なし				
ウリハダカエデ	浅根型	中間型	疎生型	中間型	3	2	2	0.24
ヒトツバカエデ	浅根型	中間型	中間型	繊細型	0	0	0	0.00
ヤマハギ	中間型	分散型	疎生型	繊細型	0	0	0	0.00
マダケ	中間型	—	密生型	繊細型	0	0	0	0.00

*スギは阿部 (1997) の林齢 30 年、表層土厚 100cm における結果