

2 自然復旧が困難な長大斜面における緑化工に関する研究 (I)

—— 木本群落の成立過程について ——

前橋営林局

中田 博

1. はじめに

山腹工事の最終目的は崩壊地の森林化である。崩壊地の森林化は、その斜面よりの工砂生産がなく、たことを意味しており、砂防工学的には工砂生産源対策の完了を示す指標となる。

近年、河川や貯水池の長期渇水化現象に伴い、wash load の生産・流出に対する研究が進められている。これは、今後の治山・砂防事業が Mass wasting のみを対象とするのではなく、たとえ生産工砂量としては少なくとも、wash load の生産源である山腹の sheet erosion をその対象とすべきことを意味しており、築港工事のみではなく、山腹工事の完了（木本群落の成立）をもって、治山・砂防工事は概成となる。

しかし、特に気象条件等のきびしい亜高山帯等に位置する長大裸地斜面の森林化は困難な場合も多く、特殊な技術が要求される。つまり、植栽工を待たず、概成とするのではなく、施肥工・補植工等の保育工が必要であり、自己施肥性をそなえた永続性のある木本群落の成立を待たず、概成とするべきである。本研究は、このような場における緑化工・保育工についての検討を目的としている。

2. 既施工地における木本群落の成立事例について

亜高山帯等では施工後数年経過しても木本群落が成立しない場合も多い。しかし、場所によれば10年のオーダーで観察すると木本群落が成立する場合がしばしば認められる。

2. 1 仮説

木本群落の成立過程を観察していると次のような仮説が立てられようである。

「おおむね安定した長大斜面では、比較的土壌・気象等諸条件の良い下部崖錯動等より木本植生が群落を形成しはじめ、次第に斜面を上昇し、全体が森林化する。」

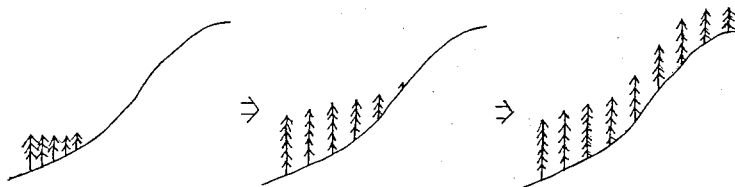


図-1 長大斜面の森林化過程の仮説模式図

2.2 検証

2.2.1 調査地設定

仮説を検証するため、前橋管林局大間々管林署足尾治山事業所管内ミリ地区久蔵沢流域に調査地を設定した。この斜面は、もともと一木一草なかつたが、現在は森林化しつつある。そこに三割線を設定し、おおむね標高50mおきに10m×10mのプロットを設定した(図-2)。

第一・第二割線は昭和32～34年に復旧治山工事を施工し、昭和46年ぶどうまき補植工を行った。第三割線は昭和46年に航空葦突播工を施工し、数年おきに施肥工を行った。

2.2.2 調査内容と方法

各プロット内において以下の調査を行い、野帳に記録した。

- ① 草本の分布
- ② 木本の分布・樹齢・本数を全数調査した。樹齢については樹種・樹高・胸高直径のほば等しいものをグループ分けし、その代表として一本を地際より伐倒し、年輪を数えた。

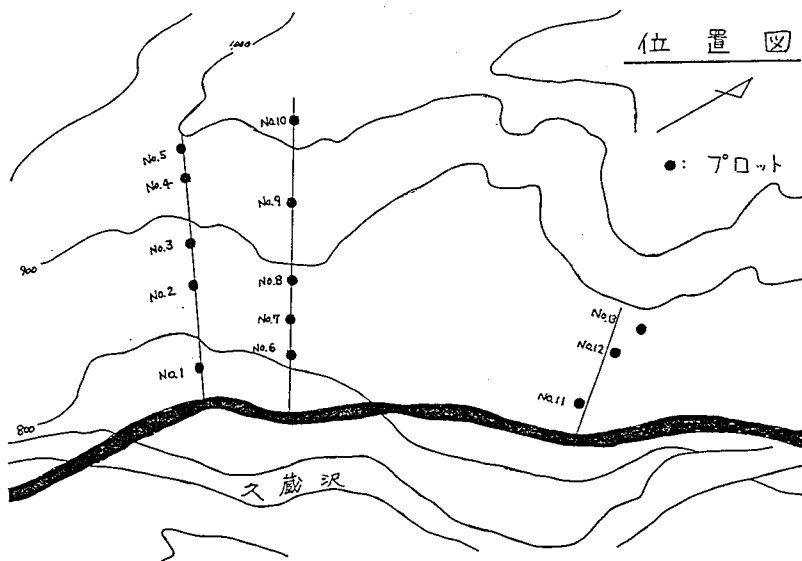


図-2 調査地概要

2. 2. 3 結果と考察

調査結果を表-1に示した。なお、樹齢は年輪判読の誤差等を考慮して5年ごつちとした。

NO. 1 標高 780 m 方位 SE 優位種 ニロカシア 常考 崖錐 (本) <table><tr><th>樹種</th><th>ニロカシア</th><th>アキカミ</th><th>リョウブ</th><th>その他</th></tr><tr><th>樹齢</th><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>~5</td><td>10</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>~10</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>~15</td><td>11</td><td></td><td></td><td>1</td></tr><tr><td>~20</td><td>2</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>~25</td><td></td><td></td><td></td><td>1</td></tr><tr><td>~30</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>30~</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	樹種	ニロカシア	アキカミ	リョウブ	その他	樹齢					~5	10				~10					~15	11			1	~20	2				~25				1	~30					30~					NO. 2 標高 840 m 方位 SE 優位種 ニロカシア 常考 崖錐 (本) <table><tr><th>樹種</th><th>ニロカシア</th><th>アキカミ</th><th>リョウブ</th><th>その他</th></tr><tr><th>樹齢</th><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>~5</td><td>3</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>~10</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>~15</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>~20</td><td>5</td><td></td><td></td><td>1</td></tr><tr><td>~25</td><td>2</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>~30</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>30~</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	樹種	ニロカシア	アキカミ	リョウブ	その他	樹齢					~5	3				~10					~15					~20	5			1	~25	2				~30					30~					NO. 3 標高 870 m 方位 SE 優位種 クロマツ 常考 斜面 (本) <table><tr><th>樹種</th><th>ニロカシア</th><th>アキカミ</th><th>リョウブ</th><th>その他</th></tr><tr><th>樹齢</th><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>~5</td><td></td><td>2</td><td></td><td></td></tr><tr><td>~10</td><td></td><td>4</td><td>3</td><td></td></tr><tr><td>~15</td><td></td><td>1</td><td>6</td><td>2</td></tr><tr><td>~20</td><td></td><td></td><td>4</td><td></td></tr><tr><td>~25</td><td></td><td></td><td>1</td><td></td></tr><tr><td>~30</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>30~</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	樹種	ニロカシア	アキカミ	リョウブ	その他	樹齢					~5		2			~10		4	3		~15		1	6	2	~20			4		~25			1		~30					30~					NO. 4 標高 950 m 方位 SE 優位種 クロマツ 常考 斜面 (本) <table><tr><th>樹種</th><th>ニロカシア</th><th>アキカミ</th><th>リョウブ</th><th>その他</th></tr><tr><th>樹齢</th><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>~5</td><td></td><td></td><td>45</td><td></td></tr><tr><td>~10</td><td></td><td></td><td>10</td><td></td></tr><tr><td>~15</td><td></td><td></td><td>21</td><td></td></tr><tr><td>~20</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>~25</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>~30</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>30~</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	樹種	ニロカシア	アキカミ	リョウブ	その他	樹齢					~5			45		~10			10		~15			21		~20					~25					~30					30~					NO. 5 標高 960 m 方位 SE 優位種 クロマツ 常考 斜面 (本) <table><tr><th>樹種</th><th>ニロカシア</th><th>アキカミ</th><th>リョウブ</th><th>その他</th></tr><tr><th>樹齢</th><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>~5</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>~10</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>~15</td><td></td><td></td><td>4</td><td>2</td></tr><tr><td>~20</td><td></td><td></td><td>6</td><td>2</td></tr><tr><td>~25</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>~30</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>30~</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	樹種	ニロカシア	アキカミ	リョウブ	その他	樹齢					~5					~10					~15			4	2	~20			6	2	~25					~30					30~				
樹種	ニロカシア	アキカミ	リョウブ	その他																																																																																																																																																																																																																																	
樹齢																																																																																																																																																																																																																																					
~5	10																																																																																																																																																																																																																																				
~10																																																																																																																																																																																																																																					
~15	11			1																																																																																																																																																																																																																																	
~20	2																																																																																																																																																																																																																																				
~25				1																																																																																																																																																																																																																																	
~30																																																																																																																																																																																																																																					
30~																																																																																																																																																																																																																																					
樹種	ニロカシア	アキカミ	リョウブ	その他																																																																																																																																																																																																																																	
樹齢																																																																																																																																																																																																																																					
~5	3																																																																																																																																																																																																																																				
~10																																																																																																																																																																																																																																					
~15																																																																																																																																																																																																																																					
~20	5			1																																																																																																																																																																																																																																	
~25	2																																																																																																																																																																																																																																				
~30																																																																																																																																																																																																																																					
30~																																																																																																																																																																																																																																					
樹種	ニロカシア	アキカミ	リョウブ	その他																																																																																																																																																																																																																																	
樹齢																																																																																																																																																																																																																																					
~5		2																																																																																																																																																																																																																																			
~10		4	3																																																																																																																																																																																																																																		
~15		1	6	2																																																																																																																																																																																																																																	
~20			4																																																																																																																																																																																																																																		
~25			1																																																																																																																																																																																																																																		
~30																																																																																																																																																																																																																																					
30~																																																																																																																																																																																																																																					
樹種	ニロカシア	アキカミ	リョウブ	その他																																																																																																																																																																																																																																	
樹齢																																																																																																																																																																																																																																					
~5			45																																																																																																																																																																																																																																		
~10			10																																																																																																																																																																																																																																		
~15			21																																																																																																																																																																																																																																		
~20																																																																																																																																																																																																																																					
~25																																																																																																																																																																																																																																					
~30																																																																																																																																																																																																																																					
30~																																																																																																																																																																																																																																					
樹種	ニロカシア	アキカミ	リョウブ	その他																																																																																																																																																																																																																																	
樹齢																																																																																																																																																																																																																																					
~5																																																																																																																																																																																																																																					
~10																																																																																																																																																																																																																																					
~15			4	2																																																																																																																																																																																																																																	
~20			6	2																																																																																																																																																																																																																																	
~25																																																																																																																																																																																																																																					
~30																																																																																																																																																																																																																																					
30~																																																																																																																																																																																																																																					
NO. 6 標高 800 m 方位 SE 優位種 林マツ 常考 崖錐 (本) <table><tr><th>樹種</th><th>ニロカシア</th><th>アキカミ</th><th>リョウブ</th><th>その他</th></tr><tr><th>樹齢</th><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>~5</td><td>14</td><td>5</td><td></td><td></td></tr><tr><td>~10</td><td></td><td></td><td>1</td><td></td></tr><tr><td>~15</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>~20</td><td></td><td></td><td>2</td><td>2</td></tr><tr><td>~25</td><td></td><td>4</td><td>5</td><td></td></tr><tr><td>~30</td><td></td><td></td><td>5</td><td></td></tr><tr><td>30~</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	樹種	ニロカシア	アキカミ	リョウブ	その他	樹齢					~5	14	5			~10			1		~15					~20			2	2	~25		4	5		~30			5		30~					NO. 7 標高 830 m 方位 SE 優位種 ニロカシア 常考 崖錐 (本) <table><tr><th>樹種</th><th>ニロカシア</th><th>アキカミ</th><th>リョウブ</th><th>その他</th></tr><tr><th>樹齢</th><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>~5</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>~10</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>~15</td><td></td><td></td><td></td><td>1</td></tr><tr><td>~20</td><td>8</td><td></td><td>5</td><td></td></tr><tr><td>~25</td><td>3</td><td></td><td>8</td><td>2</td></tr><tr><td>~30</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>30~</td><td></td><td></td><td>4</td><td></td></tr></table>	樹種	ニロカシア	アキカミ	リョウブ	その他	樹齢					~5					~10					~15				1	~20	8		5		~25	3		8	2	~30					30~			4		NO. 8 標高 880 m 方位 SE 優位種 クロマツ 常考 斜面 (本) <table><tr><th>樹種</th><th>ニロカシア</th><th>アキカミ</th><th>リョウブ</th><th>その他</th></tr><tr><th>樹齢</th><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>~5</td><td>18</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>~10</td><td></td><td></td><td>22</td><td></td></tr><tr><td>~15</td><td></td><td>3</td><td></td><td></td></tr><tr><td>~20</td><td></td><td></td><td></td><td>1</td></tr><tr><td>~25</td><td></td><td></td><td>1</td><td></td></tr><tr><td>~30</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>30~</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	樹種	ニロカシア	アキカミ	リョウブ	その他	樹齢					~5	18				~10			22		~15		3			~20				1	~25			1		~30					30~					NO. 9 標高 950 m 方位 SE 優位種 クロマツ 常考 斜面 (本) <table><tr><th>樹種</th><th>ニロカシア</th><th>アキカミ</th><th>リョウブ</th><th>その他</th></tr><tr><th>樹齢</th><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>~5</td><td>2</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>~10</td><td></td><td></td><td>16</td><td>9</td></tr><tr><td>~15</td><td></td><td></td><td>2</td><td>14</td></tr><tr><td>~20</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>~25</td><td></td><td></td><td>5</td><td></td></tr><tr><td>~30</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>30~</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	樹種	ニロカシア	アキカミ	リョウブ	その他	樹齢					~5	2				~10			16	9	~15			2	14	~20					~25			5		~30					30~					NO. 10 標高 1,020 m 方位 SE 優位種 アキカミ 常考 斜面 (本) <table><tr><th>樹種</th><th>ニロカシア</th><th>アキカミ</th><th>リョウブ</th><th>その他</th></tr><tr><th>樹齢</th><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>~5</td><td>4</td><td>5</td><td>19</td><td></td></tr><tr><td>~10</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>~15</td><td></td><td></td><td>4</td><td>3</td></tr><tr><td>~20</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>~25</td><td></td><td>19</td><td></td><td></td></tr><tr><td>~30</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>30~</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	樹種	ニロカシア	アキカミ	リョウブ	その他	樹齢					~5	4	5	19		~10					~15			4	3	~20					~25		19			~30					30~				
樹種	ニロカシア	アキカミ	リョウブ	その他																																																																																																																																																																																																																																	
樹齢																																																																																																																																																																																																																																					
~5	14	5																																																																																																																																																																																																																																			
~10			1																																																																																																																																																																																																																																		
~15																																																																																																																																																																																																																																					
~20			2	2																																																																																																																																																																																																																																	
~25		4	5																																																																																																																																																																																																																																		
~30			5																																																																																																																																																																																																																																		
30~																																																																																																																																																																																																																																					
樹種	ニロカシア	アキカミ	リョウブ	その他																																																																																																																																																																																																																																	
樹齢																																																																																																																																																																																																																																					
~5																																																																																																																																																																																																																																					
~10																																																																																																																																																																																																																																					
~15				1																																																																																																																																																																																																																																	
~20	8		5																																																																																																																																																																																																																																		
~25	3		8	2																																																																																																																																																																																																																																	
~30																																																																																																																																																																																																																																					
30~			4																																																																																																																																																																																																																																		
樹種	ニロカシア	アキカミ	リョウブ	その他																																																																																																																																																																																																																																	
樹齢																																																																																																																																																																																																																																					
~5	18																																																																																																																																																																																																																																				
~10			22																																																																																																																																																																																																																																		
~15		3																																																																																																																																																																																																																																			
~20				1																																																																																																																																																																																																																																	
~25			1																																																																																																																																																																																																																																		
~30																																																																																																																																																																																																																																					
30~																																																																																																																																																																																																																																					
樹種	ニロカシア	アキカミ	リョウブ	その他																																																																																																																																																																																																																																	
樹齢																																																																																																																																																																																																																																					
~5	2																																																																																																																																																																																																																																				
~10			16	9																																																																																																																																																																																																																																	
~15			2	14																																																																																																																																																																																																																																	
~20																																																																																																																																																																																																																																					
~25			5																																																																																																																																																																																																																																		
~30																																																																																																																																																																																																																																					
30~																																																																																																																																																																																																																																					
樹種	ニロカシア	アキカミ	リョウブ	その他																																																																																																																																																																																																																																	
樹齢																																																																																																																																																																																																																																					
~5	4	5	19																																																																																																																																																																																																																																		
~10																																																																																																																																																																																																																																					
~15			4	3																																																																																																																																																																																																																																	
~20																																																																																																																																																																																																																																					
~25		19																																																																																																																																																																																																																																			
~30																																																																																																																																																																																																																																					
30~																																																																																																																																																																																																																																					
NO. 11 標高 810 m 方位 SSE 優位種 リョウブ 常考 崖錐 00は樹齢数 (本) <table><tr><th>樹種</th><th>ニロカシア</th><th>アキカミ</th><th>リョウブ</th><th>その他</th></tr><tr><th>樹齢</th><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>~5</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>~10</td><td></td><td></td><td>00</td><td>1</td></tr><tr><td>~15</td><td></td><td></td><td>00</td><td></td></tr><tr><td>~20</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>~25</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>~30</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>30~</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	樹種	ニロカシア	アキカミ	リョウブ	その他	樹齢					~5					~10			00	1	~15			00		~20					~25					~30					30~					NO. 12 標高 840 m 方位 SSE 優位種 リョウブ 常考 斜面 00は樹齢数 (本) <table><tr><th>樹種</th><th>ニロカシア</th><th>アキカミ</th><th>リョウブ</th><th>その他</th></tr><tr><th>樹齢</th><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>~5</td><td></td><td></td><td>00</td><td></td></tr><tr><td>~10</td><td></td><td></td><td>00</td><td>1</td></tr><tr><td>~15</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>~20</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>~25</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>~30</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>30~</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	樹種	ニロカシア	アキカミ	リョウブ	その他	樹齢					~5			00		~10			00	1	~15					~20					~25					~30					30~					NO. 13 標高 880 m 方位 SSE 優位種 リョウブ 常考 斜面 (本) <table><tr><th>樹種</th><th>ニロカシア</th><th>アキカミ</th><th>リョウブ</th><th>その他</th></tr><tr><th>樹齢</th><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>~5</td><td></td><td></td><td></td><td>3</td></tr><tr><td>~10</td><td>6</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>~15</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>~20</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>~25</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>~30</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>30~</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	樹種	ニロカシア	アキカミ	リョウブ	その他	樹齢					~5				3	~10	6	2	1	1	~15					~20					~25					~30					30~																																																																																																
樹種	ニロカシア	アキカミ	リョウブ	その他																																																																																																																																																																																																																																	
樹齢																																																																																																																																																																																																																																					
~5																																																																																																																																																																																																																																					
~10			00	1																																																																																																																																																																																																																																	
~15			00																																																																																																																																																																																																																																		
~20																																																																																																																																																																																																																																					
~25																																																																																																																																																																																																																																					
~30																																																																																																																																																																																																																																					
30~																																																																																																																																																																																																																																					
樹種	ニロカシア	アキカミ	リョウブ	その他																																																																																																																																																																																																																																	
樹齢																																																																																																																																																																																																																																					
~5			00																																																																																																																																																																																																																																		
~10			00	1																																																																																																																																																																																																																																	
~15																																																																																																																																																																																																																																					
~20																																																																																																																																																																																																																																					
~25																																																																																																																																																																																																																																					
~30																																																																																																																																																																																																																																					
30~																																																																																																																																																																																																																																					
樹種	ニロカシア	アキカミ	リョウブ	その他																																																																																																																																																																																																																																	
樹齢																																																																																																																																																																																																																																					
~5				3																																																																																																																																																																																																																																	
~10	6	2	1	1																																																																																																																																																																																																																																	
~15																																																																																																																																																																																																																																					
~20																																																																																																																																																																																																																																					
~25																																																																																																																																																																																																																																					
~30																																																																																																																																																																																																																																					
30~																																																																																																																																																																																																																																					

表-1 各プロットにおける樹種・樹齢別本数

- ① 人力施工地・航空機突播施工地を問わず、標高の低いプロットほど草本植生の定着が早かったことがわかる。仮説は検証されたと言える。桜井^リは、松木沢左岸地帯標高860m~950mで調査を行い、ススキが一年に標高10m程度斜面を自然上昇していることを報告している。これは、草本植物についても同様の傾向があることを示している。
- ② 各プロットとも最終施工年度が昭和46年であることから、15年生以下のものはすべて自然侵入したものと予想される。第一・第二測線の結果より、人力施工箇所の標高850m以上では苗木の活着が不良であったと言える。但し、10.10よりアキグミは良好な活着をしていたことがわかる。第三測線の結果より、航空機突播施工地では屋根部分に突播時に活着したリョウブが見られるほかは、自然侵入によるものであると言える。但し、ススキ・クリーピングレッドフェス^フ等草本植物は突播と同時に定着していたことが観察されている。
- ③ ②は、人力施工では植生復元工等が、航空機突播工においては養生資材散布・種子突播等による草本群落の導入が自然侵入を誘導するカギと示している。これは、未施工地での自然侵入が見られないことから裏づけられる。
- ④ 10.1, 10.2, 10.7よりニセアカシが優勢な群落では他樹種の実生の発生はほとんど見られない。アキグミ・クロマツ等の優勢な群落ではこのような傾向はない。
- ⑤ その斜面が安定し、自然侵入が始まると、たかじょうかは、リョウブの侵入が指標となる。

3. おわりに

今回は各樹種の特性についてはあまり言及せずに、草本群落の成立過程を中心に一般論を述べた。今後は各樹種・草種について、その特性についても検討を加える必要がある。また、山腹工程とその施工順序の有効なパターンについても検討したい。

<引用文献>

1. 桜井淳一, 「足尾山地の荒廃裸地における植生の再侵入について」, 東京都立大学理学部卒業論文, P.15, 1982