

キルギス共和国におけるテンザントウヒの 天然更新の現状

勝木俊雄¹・徳川浩一²・西川達治²

1. 背景

中央アジアのキルギス共和国は、面積約 1,900 万 ha で、国土の大部分が乾燥した山岳地となっている。畜産業がさかんで放牧地が広いこともあって、森林は国土の 4.5% にすぎない。森林の 33.9% は低木林であり経済的に利用されていないが、10.7% を占めるテンザントウヒ (*Picea schrenkiana* Fischer et Meyer ssp. *tianschanica* (Rupr.) Bykov) の森林は経済的な価値が高く、キルギスでは貴重な存在となっている。テンザントウヒはマツ科トウヒ属の常緑針葉樹であり、胸高直径 90 cm 樹高 30 m を越える大木となる。このため、キルギスでは建築用材や薪炭材などに広く利用されてきた。旧ソ連時代には大規模な伐採や植林がおこなわれた場所もあったが、現在では原則的に天然林は保護対象となっており、テンザントウヒ林の皆伐はおこなわれておらず、小規模な伐採や風倒木の利用などがされている。また牧畜との兼ね合いもあって、植林は小規模におこなわれているにすぎない。

国際協力機構 (JICA) は、キルギス共和国共同森林管理実施能力向上プロジェクトを 2009 年から 5 年間の予定で実施している¹⁾。プロジェクトの目標は、キルギス共和国が目指す共同森林管理政策の推進のためのモデル的な事業の実施、モニタリング及びその普及である。このプロジェクトの中でおこなっているパイロットプロジェクトのひとつに、イ

シククル州でおこなっているテンザントウヒ林の管理に対する支援がある。森林を管理する森林管理署と、森林を利用している住民が協力し、テンザントウヒ林の風倒木処理と天然更新などの管理に関して必要なインフラ整備をおこなった²⁾。

テンザントウヒの天然更新については、原則的に伐採後に特段の管理をおこなうことなく自然に成長してくることを期待している。しかし、伐採跡地で天然更新に十分な密度の後継樹が生育していないように見られたことから、放置したままで天然更新がおこなわれるのか、検証する必要があると考えられた。キルギスでは牧畜業が国の基幹作業であり、テンザントウヒ林の周囲には放牧地が広がっており、家畜による被害も懸念される。そこで、テンザントウヒ林での天然更新の可能性を調べるとともに、森林管理署で今後も持続的な森林利用をおこなうためのモニタリングの手法を取得してもらうこと目的として、イシククル州のテンザントウヒ林で生育状況のモニタリング調査をおこなった。なお、本調査は JICA 短期派遣専門家としてキルギス共和国において実施したものである。

2. 調査地と手法

キルギス共和国東部のイシククル州の Jeti-Oguz 森林管理署、Karakol 森林管理署、Karakol 国立公園の管内のテンザントウヒの自然林に合計 12 箇所の調査区を設置した (表 1)。調査区の緯度・経度

Toshio Katsuki, Koichi Tokugawa, Tatsuji Nishikawa : The Present Situation about Natural Regeneration in *Picea schrenkiana* at Kyrgyz

¹ (独) 森林総合研究所多摩森林科学園, ² (独) 国際協力機構「キルギス共和国共同森林管理実施能力向上プロジェクト」

と標高はGPSによって測定した。標高は2,060-2,770mの間であり、地域のテンザントウヒ林の分布標高をほぼカバーしていた。斜面方位は大部分が北向き斜面であった。調査地域の南斜面は乾燥から森林ではなく草地となっており、テンザントウヒ林は北斜面に発達する（写真1）。谷底部のKI-04を除く11箇所の調査地はいずれも斜面に位置し傾斜度は16-36°であった。樹冠層の植被率は20-70%であった。高緯度であるため、日本の森林のように樹冠層が森林全体を覆うことはなく、概ね地域のテンザントウヒ林の状態を代表するものと考えられた。このため、草本層の植被率はKI-02を除き、60%を越えていた。また、近年の伐採記録との比較をおこなうため、施業履歴が確認できる調査地を選定したが、1940年代を中心とした第二次世界大戦中は記録が乏しく、それ以前についての正確な記録は確認できなかった。結果的に、人手がほとんど入っていないと考えられた調査区はKI-02とKI-03, KI-04だけであり、残りの調査区ではなんらかの形で伐採があったと考えられる。

モニタリング調査は2012年9月および2013年7月におこなった。まず、水平距離で10m区画の交点に杭を9本設置し、20×20mの調査プロットを設定した（写真2）。調査プロット内の樹高1.3m以



写真1 テンザントウヒ林の全景
右側の北向き斜面にはテンザントウヒ林が広がるが、左側の南向き斜面は草地となっている。

表1 各調査区の名称と緯度経度、標高、斜面方位、傾斜度、地形区分、植被率、施業履歴

調査地名	営林署	小班名	緯度 (WGS84)	経度 (WGS84)	標高 (m)	斜面方位	傾斜度	地形区分	樹冠層 植被率 (%)	草本層 植被率 (%)	施業履歴
KI-01	Juti-Oguz	Juuku 39-3	N42.05113	E77.58184	2770	N	22°	斜面中部	50	70	伐採(1940-1980?)
KI-02	Juti-Oguz	Kuzul-Suu 10-6	N42.13181	E78.03004	2690	N-70°E	32°	斜面上部	70	20	なし
KI-03	Juti-Oguz	Kuzul-Suu 10-6	N42.13155	E78.02592	2700	N-60°W	26°	斜面上部	50	60	なし
KI-04	Juti-Oguz	Juti-Oguz 31-10	N42.17239	E78.15190	2360	N-40°E	6°	谷底部	20	60	なし
KI-05	Juti-Oguz	Juti-Oguz 31-21	N42.17303	E78.15109	2400	S-80°E	16°	斜面下部	30	90	伐採(1999)
KI-06	Juti-Oguz	Kuzul-Suu 10-4	N42.13097	E78.02330	2710	N-45°E	22°	斜面中部	30	90	伐採(1996)
KI-07	Juti-Oguz	Kuzul-Suu 10-4	N42.13155	E78.02319	2670	N-60°E	26°	斜面中部	40	80	伐採(1996)
KI-08	Karakol	Turgen 14-21	N42.31207	E78.55011	2610	N-35°E	30°	斜面中部	40	80	伐採(1940')
KI-09	Karakol	Turgen 14-21	N42.31135	E78.55047	2640	N-50°E	26°	斜面中部	60	70	伐採(1940')
KI-10	Karakol	Turgen 19-13	N42.29312	E78.56195	2760	W	32°	斜面中部	50	60	伐採(1985)
KI-11	国立公園 Karakol	NPK 19-4	N42.23114	E78.27181	2210	N-40°E	24°	斜面下部	70	60	伐採(1940')
KI-12	国立公園 Karakol	NPK 4-15	N42.25091	E78.26080	2060	N-45°E	36°	斜面下部	60	60	伐採(1940'), 間伐(1989)

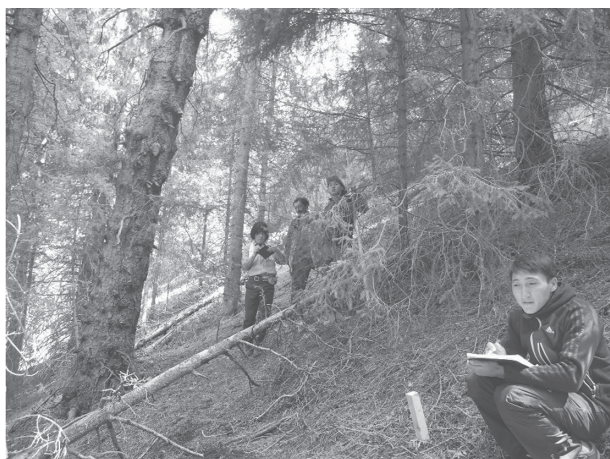


写真 2 調査区 (KI-02) における調査中の様子
キルギス人スタッフと共同で調査をおこなっている。

上のすべての木本個体の樹種、胸高周囲長、樹高を測定した。樹高はポールあるいは超音波樹高測定器 (Haglöf 社製 Vertex) を用いて 0.1 m 単位で測定した。この結果からテンザントウヒ天然林の樹種構成について検討した。テンザントウヒについては個体群の構造を調べるため、調査プロット内に 4 箇所の 5×5 m の稚樹調査枠をさらに設定し、稚樹調査枠内のすべての個体の樹高を測定した。これらの結果から、テンザントウヒの集団構造を分析し、天然更新に必要な若木・稚樹が生育しているか検討した。また、当年生の実生の消長は天然更新には重要な要素のひとつである。調査をおこなった 2012・2013 年ともに豊作年ではなかったようであるが、2013 年は調査をおこなった KI-04・KI-05・KI-08~12 の計 7 調査区において当年生実生の調査をおこなうことができたので、集団構造の分析に加えた。

天然更新を考察するためには、種子を生産する成木のサイズを把握することが重要である。2012 年はほとんど球果が観察されなかったが、2013 年は多くの個体で球果の生産が見られたので、各個体の球果の有無を確認した。この結果から、成木のサイズについて考察した。なお、モニタリング調査は今後の自力での調査継続が可能になるよう、JICA 長

期専門家、森林管理署を管轄する環境保全森林庁職員、森林管理署職員、キルギス農業大学学生などと協力しておこなった。さらに、調査後は報告会をおこない、テンザントウヒ林の現況の報告及び調査法の普及に努めた。

3. 結果と考察

樹高 1.3 m 以上の木本個体は 12 調査区で 8 分類群が出現した (表 2)。スイカズラ類およびメギ類は 2-3 種が出現したが同定不能であったため、属レベルで集計した。このうちテンザントウヒはいずれの調査区においても個体密度・胸高断面積 (BA) とともに優占していた。またテンザントウヒ以外の樹種の最大樹高はテンザンナナカマドの 7.5 m であり、いずれも樹高 8 m を越えない低木や亜高木で、テンザントウヒ林において競合する高木種は存在しないことが示された。したがって、樹高 1 m を越え草本層を抜き出るサイズに成長すれば、その後の樹種間の競合はほとんどないと考えられた。また、各調査区の胸高断面積は 17.1-68.5 m²/ha であった。伐採の履歴がない KI-02 が 66.3 m²/ha と高い一方、1999 年に伐採した KI-05 が 18.1 m²/ha と低いことが示すように、施業履歴とおおよそ符合した。また 1940 年代に伐採されたと考えられる KI-01 や KI-08 のような調査区の胸高断面積は中程度であり、まだ回復途上にあると考えられた。

胸高直径と樹高との関係を見たところ、樹高と胸高直径との間に強い相関が見られた (図 1)。サイズが小さな間は線形回帰的相関であるが、樹高 20 m に達するおよそ胸高直径 25 cm 程度の個体からやや樹高の伸びが押さえられる傾向が見られた。また、2013 年の球果の有無と胸高直径との関係をみたところ、最小では胸高直径 15 cm の個体から球果が確認されたが、胸高直径 25 cm 以上から 50% 以上の個体で球果が確認された。これらのことから樹冠層に達し繁殖をおこなう成木のサイズを、胸高直径 20 cm 以上とした。

樹高 1.3 m 以上のテンザントウヒの胸高階ごとの分布を示したところ、いずれの調査地でも明確な L

表 2 各調査区に出現した樹高 1.3m 以上の樹木の個体数密度 (N 本/ha) と胸高断面積 (BA m²/ha)

種名	学名		KI-01	KI-02	KI-03	KI-04	KI-05	KI-06	KI-07	KI-08	KI-09	KI-10	KI-11	KI-12
テンザントウヒ	<i>Picea schrenkiana</i>	N	900	825	675	475	275	225	575	375	525	1175	1125	500
		BA	32.9	66.3	18.8	31.1	16.7	17.0	51.8	33.5	46.2	19.1	68.3	55.6
ヤナギ類	<i>Salix</i> sp.	N	25		50		25		25	175	50	50		
		BA	0.0		0.2		0.0		0.0	1.3	0.1	0.0		
テンザンナナカマド	<i>Sorbus tienschanica</i>	N					100							25
		BA					1.3							0.0
スイカズラ類	<i>Lonicera</i> sp.	N	75		175		125	200	100	100	75			
		BA	0.0		0.2		0.0	0.1	0.0	0.0	0.1			
カニナバラ	<i>Rosa canina</i>	N											50	25
		BA											0.2	0.0
サビナビャクシン	<i>Juniperus sabina</i>	N										100		
		BA										0.1		
メギ類	<i>Berberis</i> sp.	N				25	150				25			
		BA				0.0	0.0				0.0			
クロスグリ	<i>Ribes nigrum</i>	N	175		25		25				25			
		BA	0.0		0.0		0.0							
総計		N	1175	825	925	500	700	425	700	650	700	1325	1175	550
		BA	32.9	66.3	19.1	31.1	18.1	17.1	51.8	34.9	46.3	19.3	68.5	55.6

表 3 各調査区に出現した胸高直径 (DBH cm) 階ごとのテンザントウヒの個体数密度 (本/ha)

DBH	KI-01	KI-02	KI-03	KI-04	KI-05	KI-06	KI-07	KI-08	KI-09	KI-10	KI-11	KI-12
0 - 10	450	150	250	150	125	100	375	50	100	625	125	100
10 - 20	200	225	325	100		75		25	125	325	275	125
20 - 30	25	175	50	75	75			150	25	200	350	75
30 - 40	175	50	25	50	50			50	125	25	275	100
40 - 50	25	125		50			100	25	100		75	
50 - 60	25	75		25		25	50	75	25			25
60 - 70			25	25	25	25	25		25		25	25
70 - 80		25										50
80 - 90												
90 - 100							25					

字型の集団構造は示されなかった (表 3)。KI-01 や KI-10 のように DBH 階 0-10cm が 400 本/ha を越える調査地もあったが、DBH 階 0-10cm が 200 本/ha 以下の調査区も 8 箇所あった。また、BA が 50m²/ha を越える KI-02 や KI-11 では成木 (DBH $\geq$ 20cm) の個体数密度は 450, 725 本/ha と高い一方、BA が

低い調査地では成木の個体数密度が 100 本/ha 以下も見られた。これらの結果から、KI-05 や KI-08 のように林冠層が減少し天然更新が期待される場所でも胸高直径 20cm 未満の若木の本数密度が低く、天然更新が期待できない場所があることが確認された。

樹高 1.3m 以下の稚樹密度については、KI-01 や

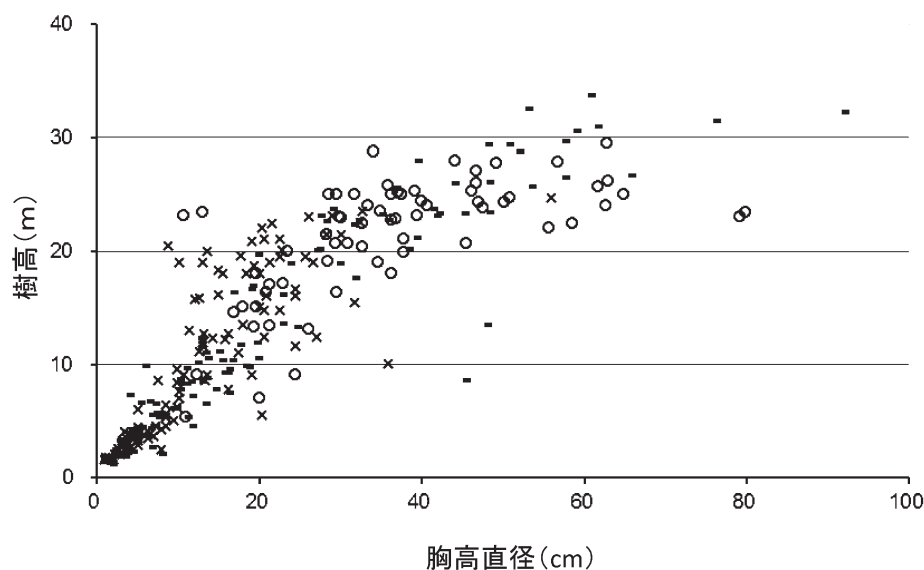


図 1 調査したテンザントウヒの胸高直径と樹高

○印は球果が確認された個体，×印は球果が確認されなかった個体，—印は球果について未調査個体

表 4 各調査区に出現した樹高 1.3m 以下のテンザントウヒの樹高 (H cm) 階ごとの個体数密度 (本/ha)

Height class	KI-01	KI-02	KI-03	KI-04	KI-05	KI-06	KI-07	KI-08	KI-09	KI-10	KI-11	KI-12
0 - 10	25,600	700	1,400	1,800	600	6,000	3,900	1,500	1,900	100	3,000	700
10 - 20	3,600		2,000	200	200	400	1,800					
20 - 30	1,100		2,200	100	100		800					
30 - 40	300		1,100		700		300		100			
40 - 50	500		800				200					
50 - 60	600		1,100				200					
60 - 70	700		300				200					
70 - 80	200			100			200					
80 - 90	400				100		100					
90 - 100	200		100				100					
100 - 110	300		100									
110 - 120	100						100					
120 - 130	200					100						

KI-07 のように樹高 0-10cm の本数密度が最も多く次第に減少する L 字型の構造をもつ調査地が見られた (表 4)。これらの調査地では順調に実生からの稚樹が生育していると考えられたが、残りの調査区は KI-06 や KI-11 のように樹高 0-10cm の稚樹は

ある程度あるものの、より大きな樹高階の個体密度がほとんど見られないところが大部分であった。この結果、KI-01 以外では天然更新になんらかの障害が生じていると考えられた。ただし、凶作であったと思われる 2013 年でも観察した 7 調査区のうち、5



写真 3 テンザントウヒの当年生実生
高さ1cmほどのサイズで探すのに一苦労する。

調査区では当年生の実生が観察された（写真3）ことを考えると、発芽した実生が生育する段階で、死亡することが天然更新のもっとも重要な障害であると考えられた。

4. おわりに

2年で12箇所の調査というきわめて簡素な調査ではあるが、テンザントウヒ林の天然更新は放置しているだけでは難しいケースがあることを、実際のデータに基づいて示した。環境保全森林庁職員や森林管理署職員と話をしたところ、驚きの感想が聞かれ、キルギス共和国のテンザントウヒ林の管理者に

とって有益であったと思われる。もちろんこれらのデータだけで、キルギス共和国のテンザントウヒ林全体の実態が明らかになったわけではない。一部の森林では順調に天然更新がおこなわれていることも示されており、天然更新が可能なテンザントウヒ林がどの程度あり、将来的にどの程度の割合で森林が減少するか予測していくことは、キルギス共和国で今後調査していくべき大きな課題である。また具体的な天然更新の阻害要因を明らかにすることと、その対策を講じることも将来に残された課題である。なお、今回の調査では現地の森林管理署職員などと共同で調査をおこなうとともに調査後には報告会をおこない、意見交換をおこなった。報告会などでは、こうしたモニタリング調査の重要性は理解してもらえたものの、現地のスタッフだけで大規模、かつ長期間で継続しておこなうことは、予算や人員などの問題から実施困難との反応であった。100年を越えるような周期をもつ天然更新を対象とする場合、それに見合った年月をかけて継続して研究する枠組みが将来できることを期待してやまない。

〔参考文献〕 1) 木村 穰・町田良太 (2011a) キルギス共和国共同森林管理実施能力向上プロジェクト (1) キルギス共和国の社会経済・森林林業の概要, 海外の森林と林業 80 12-16. 2) 木村 穰・町田良太 (2011b) キルギス共和国共同森林管理実施能力向上プロジェクト (2) プロジェクトの構成と進捗状況, 海外の森林と林業 81 24-29.