

強酸性土壤に適應する植生 導入—第2報— (525)

花輪営林署 経営課 春日祥光

はじめに

当署花輪事業区は秋田県の北東に位置し、事業区の南東隅に位置する八幡平（標高1,614m）は那須火山帯に属し、第四紀アスピーテ型火山帯で極めて緩やかな傾斜の山体を呈しております。周辺には数多くの温泉が湧出し、四季の自然が美しい景勝の地であり、北の十和田湖と共に十和田八幡平国立公園に指定されており、年間の観光客は200万人にも達しております。また、秋田県が推進している「北緯40° シーズナルリゾート」の重点整備地区の一つに挙げられ、温泉付き別荘地、スポーツ、レクリエーション施設等の整備も進められていることから、更に観光客が増加することと考えられます。

八幡平地区は、火山地形で火山作用による温泉活動が活発で、これにともなう地すべり現象や山腹崩壊が数多く見られ、土壤も温泉変質作用を受け強酸性土壤化しております。このような影響を受けた荒廃地は、植生の侵入が阻まれ裸地状態となっています。

この地区は観光地としての一角を形成していることから、以前から早期復旧を強く望まれていましたが、強酸性、高海拔という悪条件下であるため植生導入は極めて難しく、積極的な緑化工は実施されていませんでしたが、昭和62年度に技術開発署自主課題として「強酸性土壤に適應する植生導入」とりくみ平成3年度まで試験的に実施してまいりました。この間、平成元年度に中間報告として業務研究発表会で報告済みですが、今回、前回残されていた諸課題等を種々の角度から調査した結果、緑化工法に一定の成果を得たので報告します。

1 試験地の概要（土壤調査測定位置図）

(1) 位置 秋田県鹿角市八幡平字熊沢国有林32林班 (図-1) (図-2)

面積 1.10HA

標高 1,000~1,100m

(2) 地質

土壤は温泉変質作用を受け、乳灰色～青黒色を呈した締りのある粘土と安山岩で形成されており、ふけの湯温泉の源泉がいたる所に噴出しています。

图-1

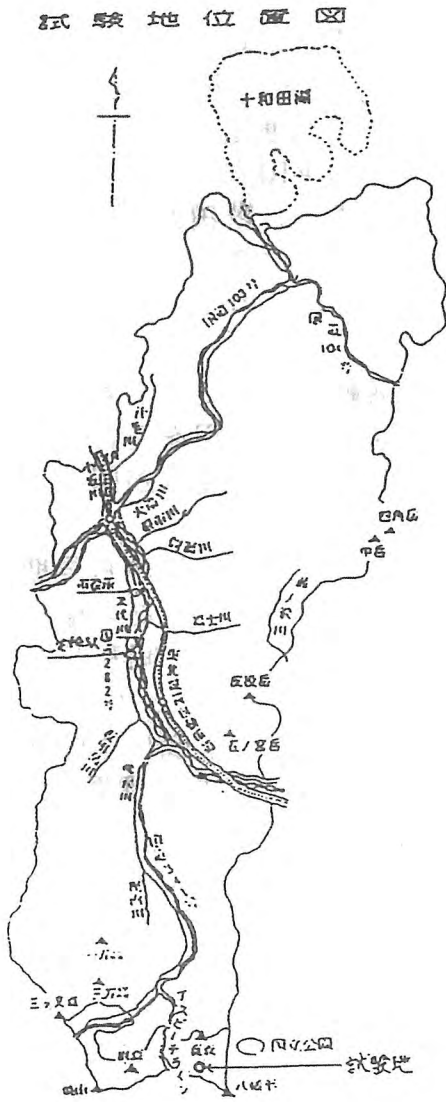
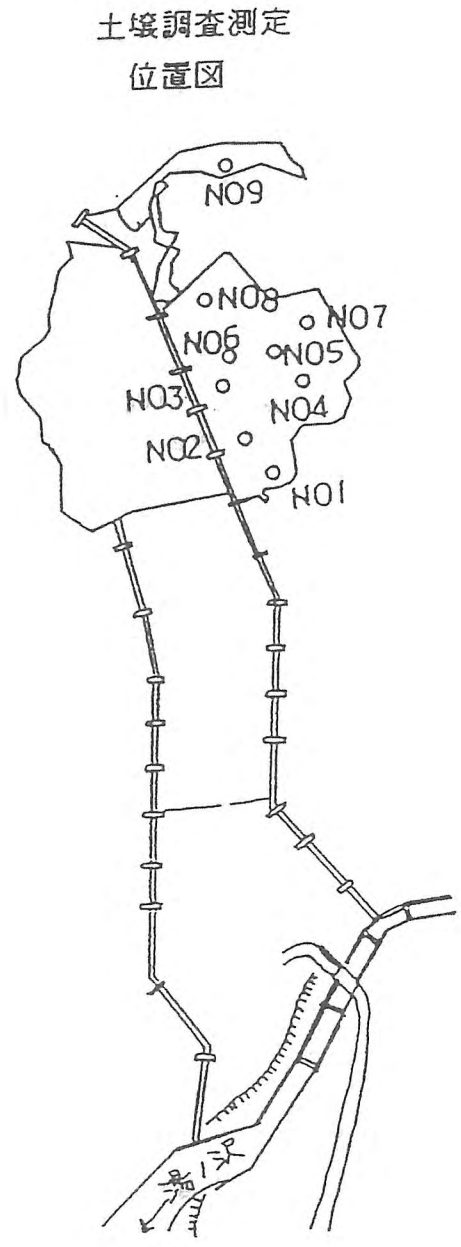


图-2



2 調査方法及び緑化工法等

詳細は前報（平成元年度秋田営林局業務研究発表集 P75～83）のとおりですが、概略を述べれば次のとおりです。

(1) 土壌酸度調査

土壌のpH測定は、地表下10cm付近の土層からN0,1～N0,9まで資料を採取し測定した結果、pH2.4～6.1で、pH 2.5前後が大部分を占め、極強酸性土壌です。なお、「表-1」の測定値の説明は後述します。

表-1

土壌調査測定比較表

調査年度	調査 NO 数值	1	2	3	4	5	6	7	8	9	摘要
		S 6 3	水浸(pH)	4.6	2.5	2.4	2.5	2.5	2.6	4.3	
H 3	水浸(pH)	-	3.9	3.9	4.4	4.5	4.9	5.2	-	-	深さ10cm
	水浸(pH)							5.1			深さ20cm
	水浸(pH)							4.9			深さ30cm

(2) 土壌改良

ア 土壌をアルカリ側に変化させ、植生植物の生育を維持するため、消石灰と有機質土壌改良剤を 1,000㎡当り各30kgづつ散布しました。

イ 特に強酸性で有害物質を多量に含んでいる箇所（N04～N06）については、等高線状に溝（巾10cm、深さ10cm、溝間隔30cm）を切り、その溝の中に消石灰ヨウリン、有機質土壌改良剤を投入しました。

ウ 1,000㎡を深さ10cmの土壌をpH1だけアルカリ側に変化させるに必要な炭カル量は「表-2」のとおりとされています。

表-2

1,000m², 深さ10cmの土壌をpH1だけ
アルカリ側に変化させるために必要な炭カル量

単位: kg

腐植 含量 土性	腐植に 乏しい (5%以下)	腐植に 富む (5~10%)	腐植に 頗る富む (10~20%)	腐植 (20%以上)	摘 要
砂土	15	30	40~60		
砂壤土	30	45	60~80		
壤土	45	60	80~100		
埴壤土	60	75	100~120		
埴土	75	90	120~140		
腐植土	-	-	-	120~200	

エ 土壌改良剤使用量は「表-3」のとおりです。

(3) 種子の選定

強酸性, 高海拔等であることから, 次の条件を満たす種子を選定しました。

ア 耐久, 耐寒性であること。

イ やせ地に強いこと。

ウ 乾燥に耐えること。

種子の選定結果は「表-4」のとおりです。

(4) 木本類の植栽

土壌のpHを測定した結果, pH 2.5前後のため, 植穴を50cmの深さに掘り
その中に黒土, 肥料を投入し, 「表-5」の木本類を植栽しました。

表-5

植栽した木本類

樹種	本数	樹種	本数	樹種	本数	計
イチハキ	1,325	ヤマハシキ	300	アモリトマツ	50	2,650
ウダイカハ	825	ナカマツ	50	ヤマモジ	100	

表-3 土壤改良剤使用量

採取場所 鹿角市八幡平地内
分析年月日 昭和63年10月24日

分析結果

土性(農学会法)		砂土(S)	砂壤土(SL)	壤土(L)	埴壤土(CL)	埴土(C)	
		12.5%以下	12.5~25.0%	25.0~37.5%	37.5~50.0%	50.0%以上	
酸度	水浸(pH)	2.5	4.0	5.5	6.7	7.2	8.0
	KCl浸(pH)	2.1					
全酸度		378.0	中和石灰量 1,346.0kg(CaCO ₃ ·kg/1,000m ²)				
亜酸化鉄(Fe)	g/100g	0.50	極微量	微量	中量	多量	極めて多量
硫酸(H ₂ SO ₄)	g/100g	0.40					
置換性石灰(Ca)	g/100g	1.45					
電気伝導度(ECe-10)	m mho	3.97					
可溶性鉄Al計(NICI·Fe·Al)	g/100g	1.74					
水溶性鉄Al計(Fe·Al)	g/100g	0.36					
リン酸吸収量(P ₂ O ₅)	g/100g	0.88					
塩分(NaCl)	g/100g						
発芽試験		良	やや良	やや不良	不良		
土壤改良剤使用	消石灰	$1,346.0 \times \frac{43}{40} = 1,189\text{kg}/1,000\text{m}^2$					
	ヨウリン	$1,346.0 \times \frac{43}{40} = 1,427\text{kg}/1,000\text{m}^2$					
	有機質改良剤	10cm×4cm×1m×3本 = 12kg/m ³					

表-4

種子選定結果表

種別	草	木	名
牧草種	ケンタッキ317エスク・クレーピングレットエスク・レットアップ・ウイビーングラフグラス ハーフシググラス・ケンタッキブルーグラス・ハイランドバントグラス		
野草種	よもぎ・すすき・めどはぎ・いたどり		
木本類	やまはぎ・いたちはぎ・こまつなぎ		

(5) 緑化工法

土壌状況及び景観保全から特殊肥料袋ネット張工とし、土壌のpH値の違によりA、B、Cの3種類の工法とし、工法別の内容は「表-6」のとおりです。

表-6

工 法 別 内 容

(1㎡当り)

A 工 法		B 工 法		C 工 法				
内 容 材 料	使用量 (g)	内 容 材 料	使用量 (g)	内 容 材 料	使用量 (g)			
種	ケンタッキ-317エスク	10.96	種	クレーピングレットフェスク	0.38	種	ケンタッキ-317エスク	16.15
	ウイピングアラブグラス	1.55		ハイランドベントグラス	0.04		クレーピングレットフェスク	4.52
	クレーピングレットフェスク	3.01		レットトップ	0.04		ウイピングアラブグラス	2.32
	レットトップ	0.09		ケンタッキブルグラス	0.14		レットトップ	0.13
	パーミュダグラス	0.77		パーミュダグラス	0.14		パーミュダグラス	1.16
	すすき	0.86		すすき	1.03		すすき	1.29
	よもぎ	0.81		よもぎ	0.5		よもぎ	1.22
	めどはぎ	1.94		めどはぎ	7.18		めどはぎ	2.91
	いたちはぎ	1.19		いたちはぎ	5.95		いたちはぎ	1.79
	やまはぎ	0.55		やまはぎ	3.57		やまはぎ	0.82
			いたどり	2.15				
			こまつなぎ	0.88				
希望成立本数	6,000	希望成立本数	2,200	希望成立本数	6,000			
化学肥料	460.0	化学肥料	386.6	化学肥料	918.2			
土壌改良剤	100.0	土壌改良剤	157.4	土壌改良剤	554.0			
保水剤 (ℓ)	1.08	保水剤 (ℓ)	2.54	保水剤 (ℓ)	13.51			
				保水性有機質 (ℓ)	4.5			

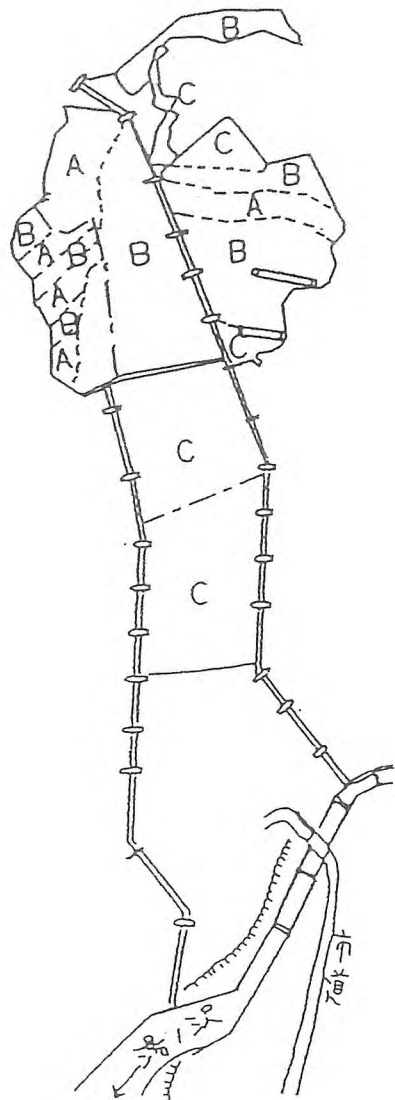
工法の構造、種子等の使用区域は次のとおりに区分して実施し、その位置図は「図-3」のとおりです。

- A工法 構造 二重織ネットに特殊肥料基袋と人工客土袋を一定間隔に交互に装着し、ネット裏スフ面には全面に種子、肥料、保水剤が接着されている。
 区域 粘性土でpH 2.5前後の区域。
- B工法 構造 二重織ネットに外来種植生袋と特殊肥料基袋を一包にして一定間隔に装着し、ネット裏スフ面には全面に郷土種種子、肥料、保水剤が接着されている。
 区域 粘性土でpH 4.0前後の区域。

C工法 構造 二重織ネットに特殊肥料基袋を一定間隔に装着し、ネット裏スフ面には全面に種子、肥料、保水剤が接着されている。

区域 粘性土でpH 4.0以上の区域。

図-3
緑化工法位置図



以上が試験地設定当初から実施してきた主たる内容ですが、凍上の影響や土壌改良剤の推積等、今後に課題が残りました。

今回は、この試験結果と考察について次のとおりまとめてみました。

3 試験結果

(1) 土壌の変化と植生状況

試験地は極強酸性土壌のうえ高海拔であることから、植生導入に際しきまこまかに現地調査をし、土壌改良、種子の選定、また緑化工法等を検討して施工した結果、植生の生育が良好となっています。植生が良好に生育していることは、土壌の改良が図られものと考えられることから、昭和63年度に土壌酸度を測定した9地点のうち、N0,2~N0,7の6地点を再度地表下10cm付近の土層の資料を採取し、土壌酸度を測定した結果が「表-1」のH3欄の数値です。

S63とH3を比較してみると

ア 深さ10cmでは土壌表面に消石灰を散布したこと、また人工客土袋を使用したことにより極強酸性土壌から強・弱酸性土壌へと変化しております。

イ 改善のていどをみるため、N0,7地点について地表下30cmまでの土壌を調査したところ、63年度の地表下10cmのpH値よりもアルカリ側に変化しており、土壌の改善は良好に行われていることが分りました。

ウ 「表-7」が3年度のN0,2地点の土壌分析結果報告書であり「表-3」と比較して見ると、分析表が同じ内容でないため、分りにくい点がありますが、土壌酸度で63年度pH値2.5が3.9に、今後の土壌改良に要する中和石灰量も1,346kg/1,000㎡から890kgと少なくなっています。なお、63年度、及びH3年度の分析調査は、日本植生K、Kに依頼して実施したものです。

表-7
土壌分析結果報告書

採取場所 鹿角市八幡平地内
分析年月日 平成3年11月14日

土性(農学会法)		砂土 (S)	砂壤土 (SL)	壤土 (L)	埴壤土 (CL)	埴土 (C)		
酸度	水浸(pH)	3.9	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0 8.0
	KCl浸(pH)	3.1						
中和石灰量		890kg (CaCO ₃ ・kg/1,000㎡)						
		測定値	極微量	少量	中量	多量	極めて多量	
水溶性チッソ(N)	アンモニア態(NH ₄ -N・mg/100g)	0						
	硝酸態(NO ₃ -N・mg/100g)	0						
水溶性リン酸(P ₂ O ₅ ・mg/100g)		0						
リン酸吸収係数(P ₂ O ₅ ・mg/100g)		1.620						○
水溶性カリ(K ₂ O・mg/100g)		1	○					
置換性石灰(CaO・mg/100g)		17	○					
水溶性鉄(Fe)	2価鉄(Fe ²⁺ ・mg/100g)	0						
	2価鉄(Fe ³⁺ ・mg/100g)	0						
硫酸(H ₂ SO ₄ ・mg/100g)		5	○					
塩分(NaCl・mg/100g)		0						
電気伝導度(ECe・mmho)		0.16		○				
備考								

エ 土壤酸度測定結果から推察すると、地表下50cm以上では土壤改良効果は少ないと考えられます。

オ 特殊肥料基袋、また人工客土袋等とネット裏に種子、肥料、保水剤が接着しており、土壤変化と肥料効果と相まって植生の生育は元年度の調査内容と同じく、特に外来種の生育が旺盛となっております。

カ 郷土種は、生育旺盛な外来種に被圧されることなく、順調に生育しております。

キ 施工前に自然侵入したイタドリは、元年度に調査したときよりも侵入範囲が広がり良好に生育しております。

ク 昭和63年度土壤資料採取箇所のNO,1, NO,8, NO,9については、他の箇所よりも酸度が低く、植生の生育が良好であったので、資料の採取を取止めました。

(2) 凍上等による植生への影響

高海拔で豪雪地帯であり、更に 施工地の上部は約45度の急斜地であるため、凍上、霜柱等による植生への影響については、緑化工法が植生ネット伏工であり、アンカーピン、サブアンカーピン等の使用で地面に固定されていることから、移動も変形も殆どなく、植生の生育に影響はないようです。年度別の緑化実行位置 図は「図-4」のとおりとなっております。

(3) 土壤酸度と根の侵入状況

土壤酸度調査「表-1」のとおり地表下10cmの箇所を昭和63年度と比較して見ると、pH値がNO,2~NO,7の箇所の平均値が2.8から4.5に改良され、有害物質である硫酸は極めて多量から極微量に、電気伝導度は多量から少量に減少しており、根の侵入状況は植生袋付近で28~34cm、ネット裏については13~18cm のびております。

(4) 木本類の植生状況

草本の根の侵入状況や深さ30cmまでのpH値の変化などから、木本の植栽に大きな支障はないものと判断し、土留工及び編柵工の背面に森林造成のため、木本類(1~3年生)を景観を考慮した樹種を「表-5」のとおり選定

して2,650本植栽しました。

図-4

ア 木本類の植栽は平成元年度および平成2年度の6月中旬から7月上旬にかけて2,650本を植栽したもので、この箇所を平成3年10月上旬に活着調査したところ、平成2年度に植栽した箇所に、枯損木が5本（アオトド1、ウタイカンバ2、イタチハギ2）ありましたが、他は順調に生育しており、活着率は99.8%と高くなっております。

イ 枯損原因は、この箇所の地温を測定した結果、45°Cもあったことから、温泉湧出付近であるためと考えられます。

ウ 丸太筋工には横の方向へ20cm間隔にヤナギの挿木を植栽しましたが、100%活着し良に生育しております。

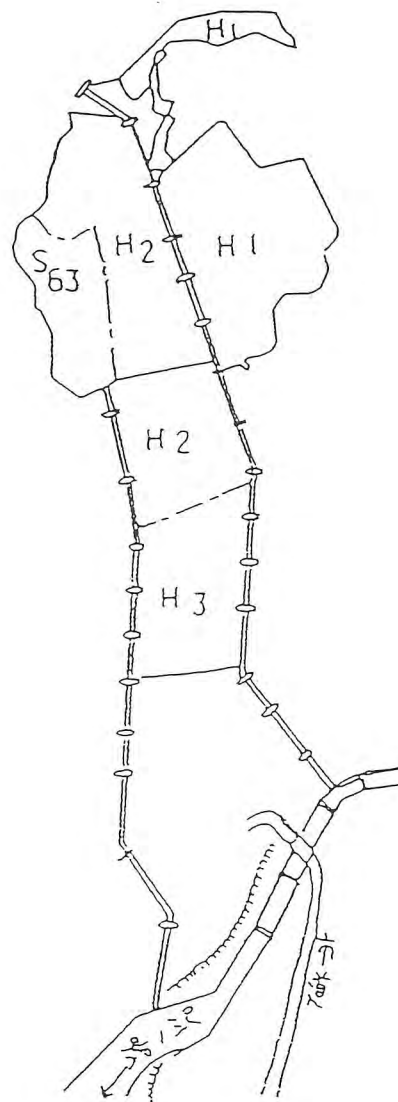
(5) 肥料効果の持続性

63年度とH2年度に施工した試験地（5m×5m）における植生の生育状況から考察すると、この箇所は高海拔で気温も低く、植物の生育期間が短いことから、肥料の消費量も少ないと考えられることから、標準的な箇所の肥料持続期間を2年程度とすれば3年程度あるものと考えられ、現に63年度施工分の生育した植生に腐植してきているものも見受けられます。

(6) 施工時期

工事を7月中に完成させ、緑化植生の生育期間の確保に努めた結果、植栽枯損等が少なく、その後の生育も良好で、荒廃地の早期復旧に当面の見通しは概ね得られたものと考えられます。

年度別緑化実行位置図



(7) 実行経費

斜面積11,031㎡に対する実行経費は「表-8」に記載のとおりで、総額は33,240千円を投入し、極強酸性土壌の影響を受けていた荒廃地に、植生を導入することにより美しい景観が甦る見通しが得られました。

表-8

年度別実行経費一覧表

単位：金額円

年度別 種別	単 位	S 6 3		H 元		H 2		H 3		計	
		数量	金額	数量	金額	数量	金額	数量	金額	数量	金額
植生ネット伏工	㎡	431.5	2,679,615	577.8	3,357,018	871.9	4,978,549			1881.2	11,015,182
植生ネット伏工	//	574.6	1,373,294	2,086.7	4,674,208	1,653.2	3,620,508			4,314.5	9,668,010
植生ネット伏工	//	563.7	1,127,400	748.4	1,414,476	1,631.9	3,002,696	1,891.3	3,542,405	4,835.3	9,086,977
土壌改良剤	//	1,569.8	78,490	3,712.9	359,571	3,637.0	181,850	1,891.3	100,050	10,811.0	719,961
苗木仮植本		750	157,500	1,900	472,000					2,650.0	629,500
植栽工	//			750	63,750	1,900	1,425,000			2,650.0	1,488,750
追肥	㎡					5,443.3	217,732	9,600.3	413,773	15,043.6	631,505
計			5,416,299		10,341,023		13,426,335		4,056,228		33,239,885

4 考 察

土壌も温泉作用を受け、土壌酸度を測定したところ、pH値2.5前後が大部分で、極強酸性土壌のため植生の侵入が阻まれ裸地状態で、更には高海拔の悪条件下での施工地に対し、消石灰散布による土壌酸度の矯正、土壌改良剤による改善、凍上や風衝地の乾燥防止に効果的な二重織ネットによる植生ネット伏工等を試験的に施工しましたが、その後の経過について調査した結果は、ほぼ目的を達成しているものと判断されます。また、その後、木本類の導入についても特に大きな支障もなく推移していることから、今回の試験結果は技術的に困難といわれている強酸性土壌における緑化工法として効果的な一工法であると考えられます。

おわりに

当署管内は景観に優れた箇所が多く、美しい自然景勝地であることから、観光客が年々多くなつてきており、景観保護や環境保全に対する社会的な要請も多く聞かれる今日に対処するため、今後とも極強酸性土壌に植生導入した試験地を追跡調査し、荒廃地の林地復元に努め、国土の保全と景観の保持のため息の長い努力を続けてまいりたいと考えております。