

# 水源地域における航空実播の方法と施工効果について

か け ま お

青森森林管理署蟹田事務所 治山第二係長 高畑 正雄

## 1. はじめに

近年、自然環境の保全に対する世論の高まりと共に、国有林への要請も強いものがあり、国有林野の治山事業に携わる我々も必然的に、これを重視した事業の展開が求められている。

特に、人々の生活に直接影響を及ぼす水環境問題等については、重要な問題となっている。

このような社会情勢を背景とし当所では、昭和63年から航空実播工による崩壊地の山腹緑化を実施しているが、この成果を踏まえ、水質保全が工事過程でも損なわれずに

目的が達せられる施工方法を、平成9年より尻高川水源地域で実施したので、その経過と成果を発表するとともに、併せて、昭和63年当初からの経年結果についても紹介するものである。

## 2. 事業実施の背景と経過

蟹田事務所管内は、むつ湾西岸、上磯地域に位置し、国有林の殆どが集落と隣接しており、海岸線に至っているところもある。(図-1)

上磯地域の町村及び集落住民の殆どは、生活用水を国有林内の水源に依存しており、更に、近接するむつ湾岸は、ホタテ等の養殖漁業が盛んである。このため、水の清濁が住民の生活に大きな影響を及ぼすことから、国有林の水質保全に対する責務は重大である。  
(写真-1, 写真-2, )

平館村の浄水場の水源としている尻高川流域において、上流部の崩壊地から流出する土砂、濁水の解消を図るため、下流部への溪間工の施工の他に、平成9年より航空実播工を4年間実施し、地被回復、山腹緑化への一定の成果を得たものである。(図-2)

なお、残っている未成崩壊地についても 今後継続実施の予定である。

(写真-3) (写真-4)

### 3. 水質保全対策の計画と実施

水質保全対策の方法として、幾つかの対策案を検討した結果、入り組んだ沢の地形や崩壊地の点在等の自然条件から、作業効率及び早期効果の期待を考え、過去の実績で立証された利便性を着目点として、航空実播工による山腹緑化を選択した。(図-2)

(写真-5)

#### ◎ 利便性と選択条件(表-1)

- ① 砂防堰堤は既設ものがあり、増設するとしても2次的対策となるため、崩壊地の土砂流出を直接抑制することが先決。
- ② 工事用道路新設は、地形・崩壊地点在等から困難である。また、可能としても工事費用と土砂流出の2次的原因となり現実的でない。
- ③ 人力による簡易山腹工は、進入条件が悪く迅速な施工が望めない。
- ④ 航空実播工は、工事用道路の必要がなく、距離が遠く施工箇所が点在し、区域が広くても迅速な作業が出来る。
- ⑤ 播種した外来草本類により、急速緑化と祖林化が可能である。

工事の実施に当たっては、本事業の最大の目的である、工事実施過程での水質保全を維持するため、使用する材料個々の安全性を検証した。

通常、山腹に散布した物が流れだして流水に少量混入する程度では、害毒を及ぼす程の成分は、全材料共含有していないが、大量に混入すると飲料水には不安があり、最悪の状況として、誤って水中に直接投下する事態もあり得る。従って、計画・設計に際しては、最悪を想定して、出来る限りの検証を行った。

なお、検証の方法としては、各材料製品の品質証明書、品質分析表などの他、事業体等よりの聞き取りを基に行った。

また、平館村水道関係者に対しても検証結果を説明し、工事施工前に了解を得ることとした。

◎ 安全性検証後の新旧使用材料比較 (表-2-1)

\* ○印：従来とおりで可 ×印：変更後置換えを要す

材 料	水 質 保 全 型 材 料		検 証 後 の 安 全 性	従 来 型 旧 材 料	
	品 名	h a 当 数 量		品 名	h a 当 数 量
種 子	ヤシャブシ	32.5kg	○	ヤシャブシ	同 左
	イタチハギ	132.3		イタチハギ	
	ヨモギ	1.6		ヨモギ	
	メドハギ	8.4		メドハギ	
	オチャートグラス	9.3		オチャートグラス	
	グリーンング RF	21.6		グリーンング RF	
	ホワイトクローバー	2.9		ホワイトクローバー	
	計	208.6		計	
肥 料	ハイコントロール 100日溶出タイプ コーティン 肥料 N10:P18:K15	1,350Kg	×	高度化成 N6:P20:K20	1,300Kg
				熔成苦土燐肥 N20%	1,300Kg
緑化基 材	吸水ピート (ノンバーク)	3,000Kg	×	キノソイル (バーク堆肥系)	3,000Kg
中和材	ベントナイト	500Kg	○	ベントナイト	同 左
養生材	クリコート G710	600Kg	×	グリーンソフアイバー	600Kg
				クリコートG710	600Kg
保水剤	ガラスパワーG	20Kg	○	ガラスパワーG	20Kg
着色剤	ポルックス ブラック	40kg	×	マラカイト グリーン	20Kg

(1) 種子について (表-2-2)

使用している種子は、木本がヤシャブシ、イタチハギ<sup>※</sup>、在来草本がヨモギ、メドハギ、外来草本がオーチャードグラス、クリーピングRF、ホワイトクローバー等であるが、種子及び植物体共に毒性はなく、輸入品で検疫を受けており、病原菌、病害虫等の混入の可能性は低い。

沢に流出、腐敗しても微量で無害。

(資料：種苗会社聞き取り)

(2) 高度化成肥料及び熔成苦土燐肥をやま型のコーティング肥料に換えた。

(表-2-3)

① 高度化成肥料

肥料取締法により含有有害成分を規制されており、法定以上の有害成分を含むことはないが、硫酸アンモニア、カドミウム、砒素、クロム等の毒素を含有しているので、水溶混入すれば飲料水としては不安がある。代替品を検討。

② 熔成苦土燐肥

燐酸分主体とするので、大量に混入すると水の腐敗、富栄養化の原因となる。代替品を検討。

(資料：肥料取締法及び成分表)

③ 現場は表土を失った燐酸吸収力の高い瘦性土壌で、導入植物の生育維持の為には化学肥料の施用、添加は避けられないが、熔成苦土燐肥による燐酸分の補填を省略しても急激な障害は出ないと思われる。

④ 有機肥料による代替は施用量・早期効果・新たな障害等の点から難しく、化学肥料ではあるがポリマーでコーティングしてあり、水に溶けだすことがなく、地温上昇によってしか溶出しない、溶出速度を調節してあるコーティング肥料を用いて、水中に急激に溶けだすことで発生する過渡的な水質の汚染を回避することとした。

⑤ 成分は、燐酸分補填を省略したことも勘案し、やま型のN10-P18-K15で、溶出期間が標準で100日であるが、当地方の気温推移を考慮して約120日のものを使用した。

⑥ コーティング肥料の望ましい施用量は地力・生育環境・溶出期間等を考えれば限度ぎりぎりの1800kg/ha程度としたいが、kg当たりの単価が普通の3倍の260円と高価なことから、コスト面との検討の結果、最終的には1350kg/haとした。

(3) 緑化基材のキノソイル及び養生材のグリーンファイバーを吸水ピートに換えた。

(表-2-4)

(表-2-6)

① 緑化基材 : キノソイル

基材の50%以上がバーク堆肥で、製造発行段階で畜糞を大量に使用し、菌・微生物を多く含んでおり、臭気をもつ事が多い。水溶し流れ出れば黒色し汚濁は容易に解消しない。汚濁の最要因。代替品を検討。

(資料: 成分表及び 水辺緑化用生育基盤材について)

② 養生材 : グリーンファイバー

元々の組成が紙パルプ及び古紙で、有害成分は殆どないが、水に混入沈着し腐敗すると量によっては悪臭の原因になる不安がある。代替品を検討。

(資料: 品質証明書)

③ 緑化基材とファイバーの混合体はクリコート、ベントナイト、保水剤の付着粘結及び保水効果と相まって、種子や肥料を包んで傾斜地表面に付着維持し、ある程度の水分を持ちながら発芽生育するまで流亡、飛散を防いで保護し、小容積ながら発芽床の役割を果たす。

④ 緑化基材の有機質が持つ物理性、化学性によって得られる保水、保肥、肥効増進効果と、ファイバーの繊維質の絡み込みによる付着保護効果が作り出す発芽床としての役割を代替する材料として、花巻営林署管内の山火事跡地の緑化復旧として行われた葛丸川治山工事で使われた吸水ピートに着目し応用することにした。

カナダ産ピートモスを物理的に加工した後粘性土と炭、植物性特殊澱粉をくわえたもので、バーク堆肥がもつ堆肥質抽出成分を含まず腐食が暖慢でしかも炭の効果で透過する水を汚さないクリーンな材料である。

ピートモスに粘土と澱粉を加えることによって、バーク堆肥以上の物理性を持ち潑水性の発現を抑え、吸水、保水、保肥、肥効効果にすぐれる。

ピートモスは植物性繊維質で大量に使えばファイバーの代替として期待できる。

⑤ 吸水ピートは大量に使う程効果は高くなり、十分な成果を期待する為には6,000kg/ha以上の使用が必要となるが、コスト面から考えると3,000kg/ha程度が妥協線と考えた。

(4) 着色剤のマラカイトグリーンをカーボンブラックに換えた。(表-2-8)

① 着色剤 : マラカイトグリーン

水銀酸ナトリウムを主原料としており、一定量以上が直接河川、池等に混入すれば危険な毒性をもつ。水が緑色に染まりかなり流下しても解消せず、一旦水に溶け込むと凝集剤で分離させることは不可能である。最も要注意。代替品を検討。

(資料 : 品質証明および化学構造式製法)

② 着色剤はムラのない均一な散布状態を作業時及び完了時に着色状況で目視。確認する為に使用するもので、本来の成果に直接寄与するものではない、又、必ずしも緑色である必要はない。

緑色は土の色に対して視認し易く、工種の性格上の印象から慣習的に用いられてきたようである、マラカイトグリーンは他の緑染料と比べ価格も手頃で環境保全に対する関心の薄かった時代からその毒性を軽視して多様されてきたが、昨今の社会状況から都市近郊の大規模開発事業等では使用を見直す所が出て来ている様である

③ 他の食用緑染料も検討したが高価過ぎて使えない、発想を変え他の色で検討した結果、着色前の混合材料の色調が黒に近く黒に染め易い、視認に若干難はあるが目立たない、カーボン材料(スス)で安全性の高い材料がある等からカーボンブラックの黒色染料を用いる事とした。

又、カーボンブラックは水と分離し易く流下途中で川底に沈降してしまい短い距離で濁りは消えてしまう、凝集分離は容易である。

④ マラカイトグリーンより低価格で、使用量を考えても逆に安くついた。

(5) 他の材料は概ね安全性があり、安全性を証明出来る資料と根拠があるので従来通りとした。

① 中和材 : ベントナイト (表-2-5) (資料 : 濃度計量証明書)

② 養生材 : クリコートC710 (表-2-6)  
(資料 : 品質証明及び安全性確認試験表)

③ 保水材 : グラスパワーG (表-2-7)  
(資料 : 品質証明及びメーカー聞き取り)

以上のようにより安全性が高く、水質保全を主眼とした材料を選定することとした。材料価格もさることながら、使用量の増加は材料費自体のアップとなり、散布重量が増えることで、ヘリコプターの飛行回数・時間も増加し、地上作業費も嵩むことが予想されたが、結果的には材料費で24.7%程度、全体的には3.6%程度の増で納まった

◎ 新素材と従来型の経費比較 (表-3)

1 HA当たり

新 素 材 型			従 来 型			差 額	比率 %
名 称	数 量	金 額	名 称	数 量	金 額		
資 材	5,510kg	1,140,370	資 材	7,340 kg	842,160	298,210	+ 24.7
清 水	10,000 ℓ	0	清 水	9,000 ℓ	0	0	
種 子	208.6kg	365,399	種 子	208.6kg	365,399	0	
地上作 業費	1.79 日	382,560	地上作 業費	1.88 日	401,795	-19,235	-4.8
飛行経 費	7.15時間	2,491,060	飛行経 費	7.51時間	2,616,484	-125,424	-4.8
計		4,379,389	計		4,225,838	153,551	+3.6

この表から、取り敢えず独自の材料配合ながら、従来と殆ど変わらないコストで水質保全対策が果たせることが判る。

#### 4 水質保全対策の成果と本来の施工効果について

##### (1) 工事過程における水質汚染防止の成果

① 4年間の航空実播工施工経過では、沢筋に近い崩壊地では、一般散布混合材料が沢まで流出したが、流下距離は短く上流部で沈着してしまい、濁水が一度も取水口まで至っていない。(写真-6)

② 水道管理者の平館村水道課の工事前後における水質検査結果でも、散布材料による汚濁・汚染はなく許容範囲以上の有害成分は、検出されていない。

③ 目覚ましい成果は見えないが、工事中及び工事後に平館村や河口周辺の魚業者から苦情は出ていない。

現在、濁水が発生するのは降雨・融雪の出水時だけで、取水口周辺の流水は常に清澄であり、水質保全への配慮対策が効を奏している。

(2) 12年度までの実績では、当初計画のコスト抑制が果たしているが、材料によっては使用量を限度以下にしているものもあり、本来の施工成果の実績をよく検討したうえで、材料使用量等の見直しも必要と考える。

(3) 山腹緑化工の施工成果について

① 土砂流出や濁水の発生はかなり減少してきており、工事過程での対策も併せて、水道管理者の平館村でも、当所の努力を高く評価しており、好意的な期待をよせている。

② 山腹の植被導入緑化は、全体的に概ね良好であるが、勾配・土質・硬度等の条件と施工後の天候推移による不成績地もあり、材料等を見直しした再施工や簡便な基礎工による処理が必要と考える。 (写真-7)

③ 現況では、好成绩地でも養分不足で植被が衰退し、郷土植物に遷移交代する前に凍上・融雪匍行等で裸地化する懸念がある。このため、追肥を播種翌年だけでなく最低3年間続けることが望ましい。

④ 他の地域でも、尻高川の水源地型の航空実播工が活かされ、水源地工法として活用施工されている。 (表-4)

## 5 昭和63年からの経年結果の検証

(1) 最後に、当所において昭和63年から10年以上にわたり、実施してきた航空実播工の経年状況について考察を添えて紹介する。

(蟹田事務所航空実播工実績表、表-5)

(2) 現在の状況の航空写真とヘリコプター写真、事業着手前写真を比べて判るように状況にかなりの差異が見られる。

(写真-8、9、10、11)

(3) 三枚橋沢は、砂岩、または、硬質の砂質土の小崩壊地が多数点在していたが、国有林を水源とした農業用溜池が下流にあり、崩壊地に起因した流入土砂堆積が著しく、その対策事業として航空実播工による山腹緑化を実施した地域である。



- ① 観察すると、経過の良好な箇所は殆どは、東向きで乾燥を受けにくい環境にあり、不良な箇所は、西向きで乾燥し易く、冬季の積雪融解が繰り返される環境にあり、植被の復旧の遅れ、急勾配箇所の再裸地化が見られる。
- ② 踏査して見たところ、東向き斜面は既に疎林化が進み、周囲の林地と判別が出来なくなっている。
- ③ 溜池に流入する土砂は、殆ど解消されており、不成績地の再施工の必要性は薄い

(4) これらのことから、航空実播工の活用方法を考えると

- ① 粗放性が大きく、大まかな成果しか期待できず、地上からの施工の様な緻密で条件区分した施工方法は望めない。
- ② 散布材料自体の品質・量の向上は容易であるが、均一・一定した成果が得られ難く、迅速で安価な特性を損じてしまうので、極力現状の品質で施行し、成果を見ながら不成績地をを局所的に対応していくのがコスト的にも賢明と考える。
- ③ 広い地域における崩壊地の発生に対し、迅速かつ安価で容易に施工出来、早急な対応を迫られる緊急対策に好適である。また水土保持対策上も効果が期待できる。
- ④ 道路のない急峻な奥地でも速急に施工対応が可能で、進入路開設等の時間・費用が要らず、特に地上対応では二次的障害が懸念されるところでは、工事費削減と安全確保の点から積極的活用を検討するべきである。
- ⑤ 一般住民から見た場合、作業が良く目立ち広報活動効果が大きい。

## 6 おわりに

環境保全に配慮した施業管理が要請されてきている今日、国有林野事業においても、工事方法の確立に向け積極的に取り組む必要があると考える。特に、良質の水源確保はその社会的要請から極めて重要であり、国有林の果たす役割は益々大きくなって行くと思われ、我々にも、その責務に対する意識の向上が求められて来るものと考えます。

このような社会的背景の基、今後とも、航空実播工施工地の経年状況検証資料の収集について、有効活用を図るため是非続けて行きたいと考えている。

以上、資料不足や勉強不足の点についてご容赦願ひ、今後も分局治山課をはじめ、関係各位の指導を仰ぎながら、当所管内の水質保全対策のよりよい成果を目指して、工夫努力していくつもりである。

◎ 材料の安全性検証 (表-2-2)

① 種子

新 材 料				従 来 型			
材 料	品 名	ha当数量	特 性	材 料	品 名	ha当数量	特 性
種 子	ヤシキブシ	32.5kg	右記理由により特に 材料変更の必要はない。	種 子	ヤシキブシ	32.5kg	種子及び発芽後の植物体
	イタチハギ	132.3		イタチハギ	132.3	共に毒性はなく、病原菌。	
	ヨモギ	1.6		ヨモギ	1.6	病虫害混入の可能性は低い。	
	メドハギ	8.4		メドハギ	8.4	沢に流出し腐敗しても、	
	オーチャードグラス	9.3		オーチャードグラス	9.3	環境的に自然発生する腐食	
	クリーピングRF	21.6		クリーピングRF	21.6	有機物に比べ微量で無害。	
	ホワイトクローバー	2.9		ホワイトクローバー	2.9		
	計	208.6		計	208.6		

◎ 材料の安全性検証 (表-2-3)

② 肥 料

新 材 料				従 来 型			
材 料	品 名	ha当数量	特 性	材 料	品 名	ha当数量	特 性
肥 料	ハイコント ロール 1000粒出クイ コティング剤 N10:P18:K15	1,350kg	化学肥料であるが、粒 の表面をポリマーでコー ティングしており、水によ り溶けだすことがなく、 地温上昇によってしか溶 けないため、水質の汚染 を回避出来る。 *当品に材料変更	肥 料	高度化成 N6:P20:K20	1,300kg	法定以上の有害成分を含 むことはないが、大量混入 すれば、飲料水としては不 安がある。
				熔成苦土 磷肥 N20%	1,300kg		

◎ 材料の安全性検証 (表-2-4)

③ 緑化基材

新 材 料				従 来 型			
材 料	品 名	ha当数量	特 性	材 料	品 名	ha当数量	特 性
緑化基材	吸水ピート	3,000kg	カナダ産ピートモスを加工した物に、粘性土と炭・植物性特殊澱粉を加えたもので、腐食が緩やかで、炭の効果により透過した水を汚さないクリーンな材料。 *当品に材料変更	緑化基材	キノソイル	3,000kg	50%以上がパーク堆肥で、製造発酵段階で、畜糞を大量に使用しており、菌・微生物を多く含む。 溶出水は流水を著しく黒濁し汚濁は容易に解消しない、臭気持つ事が多い。 *汚濁の最要因

◎ 材料の安全性検証 (表-2-5)

④ 中 和 材

新 材 料				従 来 型			
材 料	品 名	ha当数量	特 性	材 料	品 名	ha当数量	特 性
中和材	ベントナイト	500kg	右記理由により特に材料変更の必要はない。	中和材	ベントナイト	500kg	アルカリ性のモンモリナイト系粘土鉱物で食品添加物としても使用、毒性なし。

◎ 材料の安全性検証 (表-2-6)

⑤ 養生材

新 材 料				従 来 型			
材 料	品 名	ha当数量	特 性	材 料	品 名	ha当数量	特 性
養生材			右記理由により使用を避け緑化基材の吸水ピートが同効果を兼ねる。	養生材	グリーン ファイバー	600kg	元々紙パルプ及び古紙で有害成分はないが、水に混入沈着し腐敗して悪臭の原因になる不安がある。
	クリコート C710	600kg	右記理由により特に材料変更の要はない。		クリコート C710	600kg	液状のポリ酢酸ビニル系合成樹脂で、散布材料を付着させ、表土を硬結して侵食を防止する目的をもつ。 有害成分は含まれず、生物試験による立証データもある。

◎ 材料の安全性検証 (表-2-7)

⑥ 保水材

新 材 料				従 来 型			
材 料	品 名	ha当数量	特 性	材 料	品 名	ha当数量	特 性
保水剤	ガラスパワー G	20kg	右記理由により特に材料変更の要はない。	保水剤	ガラスパワー G	20kg	浄水場で水と虚雑物を分離する為に多用される高分子系凝集剤と同様の成分で有害成分は含まれていない。

◎ 材料の安全性検証 (表-2-8)

⑦ 着色剤

新 材 料				従 来 型			
材 料	品 名	ha当数量	特 性	材 料	品 名	ha当数量	特 性
着色剤	ポルックス ブラック	40kg	カーボン材料(ス)で、水と分離し易く流下途中で沈降、短い距離で濁りは消える、*材料変更	着色剤	マラカイト グリーン	<del>40kg</del> 20	水銀酸ナトリウムを主原料としており、一定量以上水に混入すれば危険な毒性を持つ。*最も要注意。

◎水源地型航空実播工（水源地工法）材料内訳（表－４）

1.0HA当り

種 別	形状・寸法	単 位	数 量	単 価	金 額	備 考
種 子	配合種子 7種	kg	132.91	3,071	408167	
被 覆 肥 料	ハイコトロール10-18-15	kg	800.00	260	208000	
調 節 肥 料	CSG-2号	kg	500.00	270	135000	
緑 化 基 材	吸水ビート フレックス	kg	6,000.00	100	600000	
養 生 材	クリコートC710S	kg	200.00	450	90000	
団 粒 安 定 剤	フレックスR	kg	6.25	2,600	16250	
菌 根 菌	V A 菌根菌	kg	50.00	1,200	60000	
表 層 皮 膜 剤	N 9 2 0	kg	200.00	1,260	252000	
着 色 剤	ホルックスブラック	kg	40.00	1,230	49200	
清 水		ℓ	12,000.00			
散 布 口 ス	10.0%	kg	1,992.92		181862	
計			21,922.08		1836779	

蟹田の約1.4倍

蟹田の約1.6倍

施工地

- 長野県 南沢治山工事（中部森林管理局 南信森林管理署）
- “ 地獄谷火山砂防工事（長野県 中野建設事務所）
- 沖縄県 キャンプハンセンレジ4 赤土等流出防止工事  
（在沖縄海兵隊施設課）
- “ 伊芸岳周辺赤土等流出防止工事 （在沖縄海兵隊施設課）
- “ キャンプハンセンレジ5 ドット7 周辺赤土等流出防止工事  
（在沖縄海兵隊施設課）

◎蟹田事務所航空実播工実績表 (表-5)

施工年度	工事名	工事場所	崩壊地 箇所数	実播:ha	追肥:ha
63	三枚橋沢治山工事	東小国山国有林	42	1.92	--
平成元	〃	〃	36	2.32	1.92
2	〃	〃	25	1.36	4.24
3	〃	〃	35	1.01	3.68
	(流域別累計)		138	6.61	16.45
			累計工事金額 26,346千円	累計実播面積 6.61ha	1.0ha当単価 3,986千円/ha
4	中ノ沢治山工事	丸館山国有林	1	0.72	1.01
5	〃	〃	1	0.64	1.72
6	〃	〃	1	0.65	1.35
7	〃	〃	11	1.41	1.29
	(流域別累計)		14	3.42	5.37
			累計工事金額 18,634千円	累計実播面積 3.42ha	1.0ha当単価 5,449千円/ha
8	丸館沢治山工事	〃	2	1.47	2.07
	(流域別累計)		2	1.47	2.07
			累計工事金額 6,206千円	累計実播面積 1.47ha	1.0ha当単価 4,222千円/ha
9	尻高川治山工事	尻高川国有林	4	0.73	1.47
10	〃	〃	12	1.11	0.73
11	〃	〃	6	1.02	0.92
12	〃	〃	5	0.94	1.34
	(流域別累計)		27	3.80	4.46
			累計工事金額 21,347千円	累計実播面積 3.80ha	1.0ha当単価 5,618千円/ha
平成12年度までの計			181	15.30	21.74
			総計工事金額 72,533千円	総計実播面積 15.30ha	1.0ha当平均単価 4,741千円/ha



写真-1  
平館村尻高川浄水場

写真-2  
尻高川河口付近集落



写真-3  
尻高川流域  
航空実播施工地

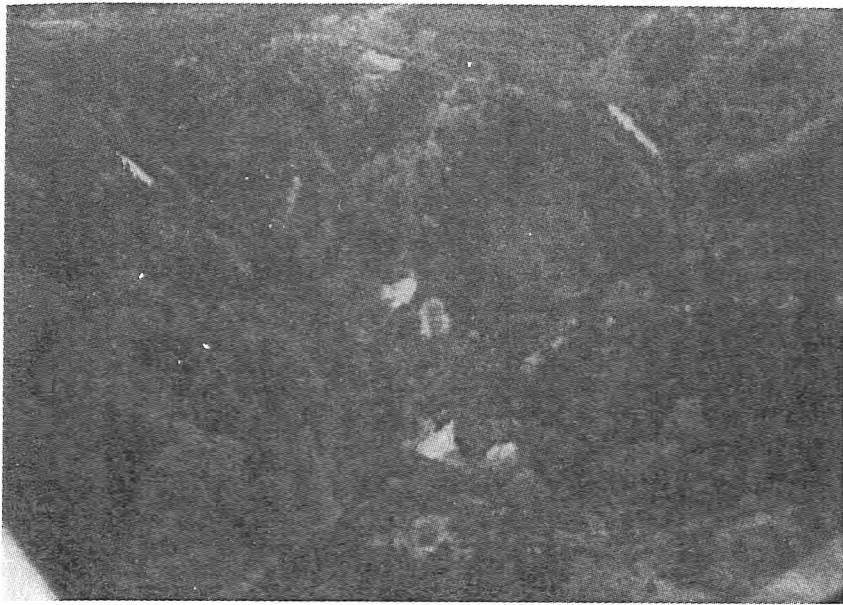


写真-4  
尻高川流域  
航空実播施工予定地

写真-5  
航空実播作業状況



写真-6  
沢沿い崩壊地への  
実播状況





写真-7

緑化一部不成績地

写真-8

三枚橋流域 復旧状況

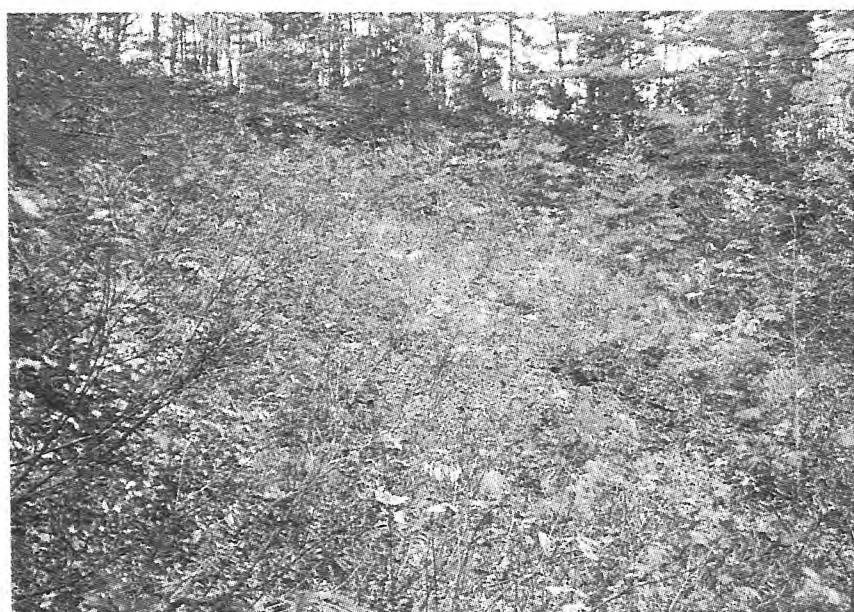


写真-9

三枚橋流域  
復旧状況(疎林化状況)

写真-10

三枚橋沢流域崩壊地状況

83年撮影 施工前

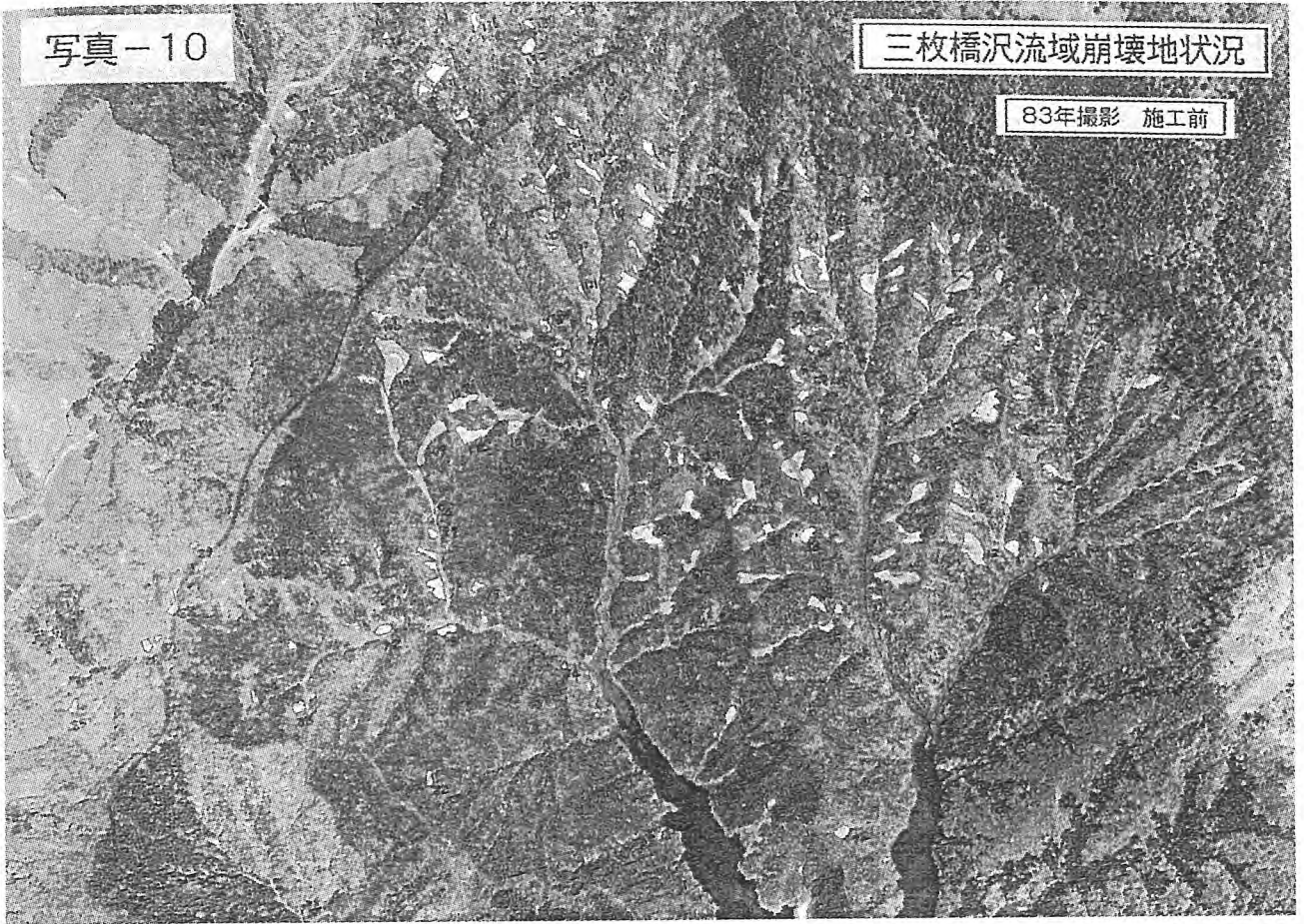


写真-11

三枚橋沢流域復旧状況

99年撮影 施工後10年

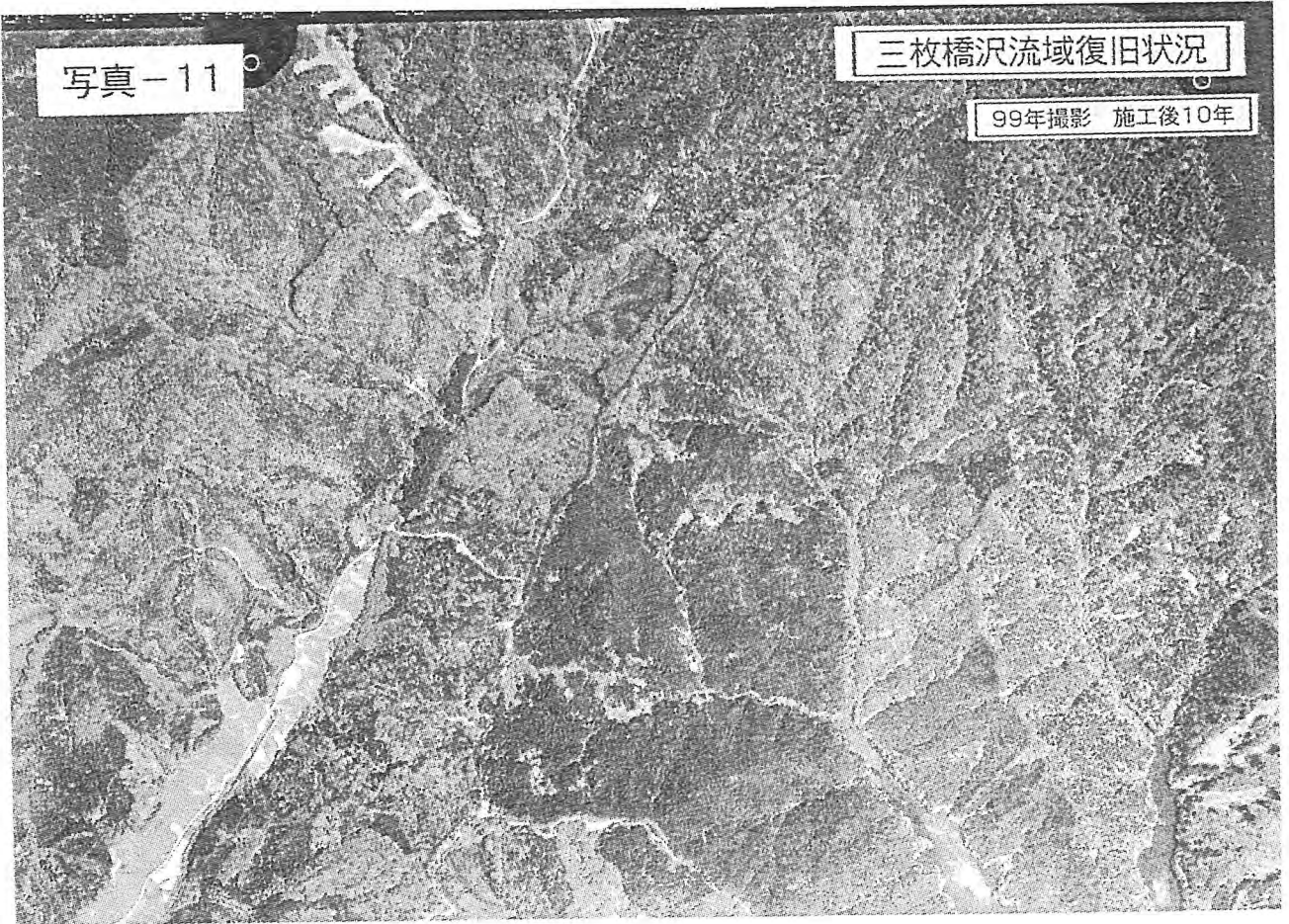


图-1

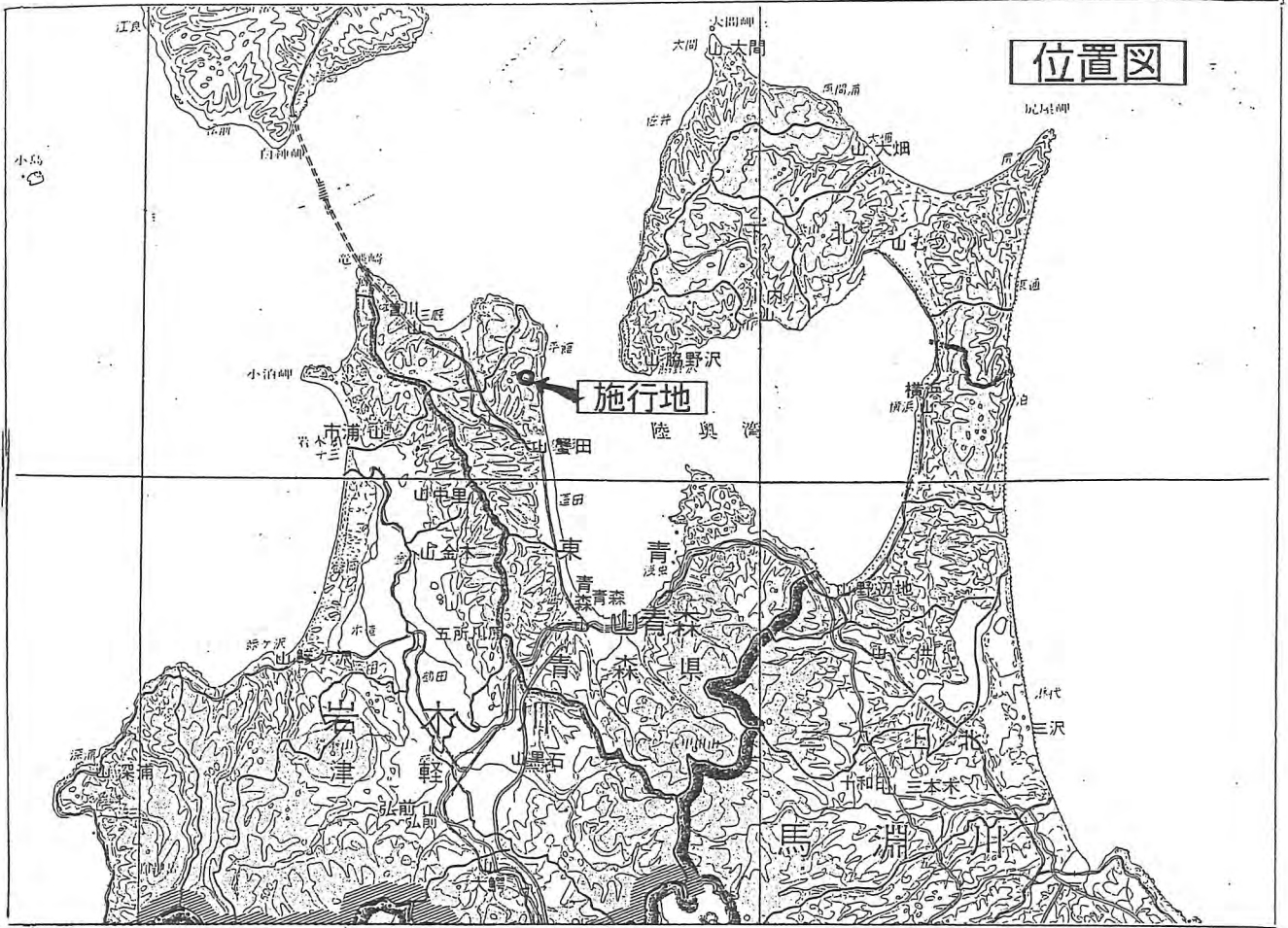


图-2

