

5. 景観上における水環境の問題

5.1 低水位と水質悪化の問題

漓江の水位が年々低くなる傾向が見られる。特に、乾期の水量が不足で、川水の水
量感と流量感（河川水の表情など）が失い、白い砂利河床が露出し、自然景観に悪影
響を与える。また、水量が少ないため川水が静水状態になり、生活ゴミが水面上に浮
かび、支流から流れてきた工業廃水も速やかに流れないため、水質が悪化され、桂林
の山水景観資源と桂林市民の生活環境に影響する。

5.2 土砂流失の問題

漓江の兩岸の岸が洪水により、岸辺の土が浸食され、岸の形状が変形になる。また、
大型船が高速の航行により、波で兩岸に衝撃を与え、岸の土が崩れてしまい、景観性
を損なう。一部の山から建設材料として石岩を取っている現象が見られる。山の形が
崩れて景観性が破壊される。

5.3 兩岸の植物の減少

漓江兩岸の貴重な樹木が適正に保護されないため、貴重な樹木の種類と数が減少す
る傾向がある。また、土地利用の開発により、植生が破壊され、岸の地面が露地にな
り、景観と漓江の水環境に悪影響を与える。

5.4 不適正な構造物

兩岸に周辺の自然風景になじまない建物が立てられている場所があった。（広告の
看板、建物形状、建物の色）。全体の景観特性が破壊されると共に、特定な景観資源
に、人の視界を遮って、視知覚特性が損なう。

5.5 考慮性を欠けた観光開発

漓江の自然山水景観を売り物にして、周辺の景観性と自然環境保全を考慮せずに観
光開発を行い、水環境の汚染と生態の破壊につながる。また、観光施設の形状と体量
が自然景観と調和せず、奇異な山峰のスカイラインが破壊される。

5.6 自然河床が人工行為による破壊

桂林市の潯瓶山から竹江埠頭の漓江河段に建築材として河砂を採取している現
象が見られる。このため、白い河砂利の遺棄、河床平面に穴を開け、河床の線形が変
形し、水質の透明度の低下や航路幅の縮小、砂利河原面積の増大、水面幅の縮小など
結果となる。生態環境や景観性の破壊と舟運に悪影響につながる。

景観特性の維持と景観資源の保全上の問題の写真例



写真-1
水量減による景観の視賞性の低下

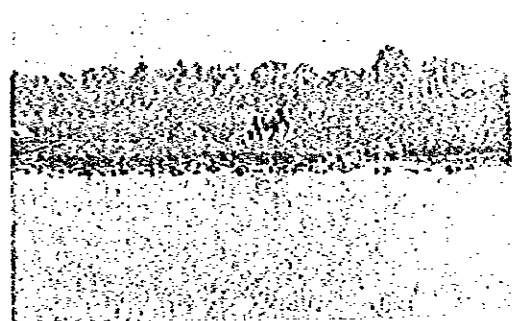


写真-2
家畜による河岸の崩れ



写真-3
洪水及び波の衝撃による自然堤防の破壊
その1



写真-4
洪水及び波の衝撃による自然堤防の破壊
その2

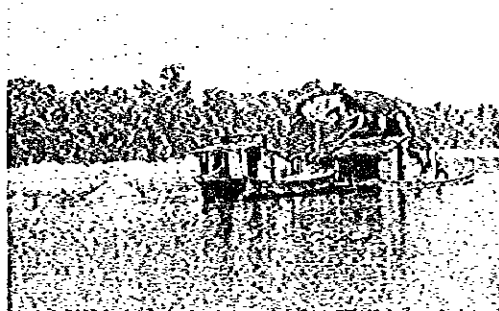


写真-5
河砂利の採集による河床の破壊



写真-6
自然環境を考慮せず仮設埠頭による
水質の悪化と堤防の破壊



写真-7

山石の採取による水環境の破壊

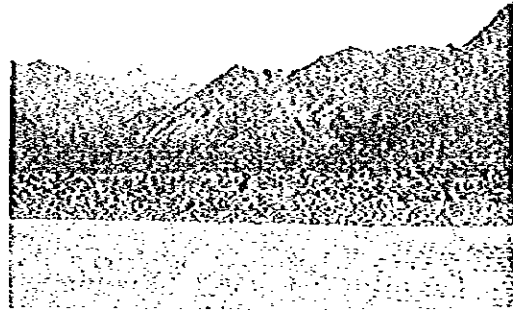


写真-8

山石の採取による山の形態と環境の破壊



写真-9

不適切な建築物による山スカイラインの破壊

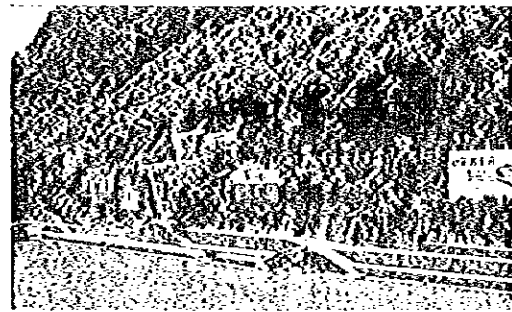


写真-10

広告板による自然景観性の低下



写真-11

水利用施設の設置による水辺環境の変化



写真-12

家畜による水質の悪化

6. 将来予測

6.1 変化条件の設定

将来の漓江流域の自然山水景観には、水環境の変化に伴ういくつかの不特定な要素による大きな影響を与える。その多くの不特定な要素の中に、2010年及び2020年までの漓江全流域の著しい経済成長と社会の発展により、人口の増加、工業の発展、土地利用の拡大が予測され、これらが主要な影響要素と考えられる。その影響要素が水環境（自然的な要因と管理・利用的な要因）の変化を左右する。水環境が大きな改善を得られない状況において、景観上の変化として考えられるのは、漓江の水量の減少化、川水の変色、河道の変化、兩岸の緑量の減少、自然と調和の取れない人工物の増加などの現象が生じる。その結果、青々としなない沿岸の山群と変色した川水の漓江景色は存在価値を失う。その上、自然環境と景観資源の破壊につながる恐れもあり、社会的にも経済的にも悪影響を与える。

6.2 自然的な影響要因による景観上の変化

自然的な影響要因としては、河川流量の増減、水質の変化、動植物の変動、気候の異変と地形の変化などが挙げられる（漓江の環境影響要因マトリックスを参照）。漓江の流量においては、桂林市の人口の増加、工業の発展に従い、生活用水量と工業用水量が増え、下流へ流れていく量が少なくなる。流量が大きな改善を得られない状況で（水源涵養林の構造が改善を得られない状況を含む）、近年に観測された最低流量8 t/sも下回る傾向があると考えられ、渇水期の漓江の水量が益々不足する。漓江の流量が減少するとなれば、川の水の幅や水深、流速、流れの向き、波立ち方などの物理的な量あるいは水理現象が乏しくなる。特に、河川景観上で重要な景観要素である見かけ水量感が大きく影響を与える。また、流量の減少による水位の低下で、露出された白い砂利河原の面積が拡大し、河道の変化も起きる。その結果、“山が水にはべり、水が山に寄り添い”という漓江山水景観の特性が失われてしまう。

水質の面では、桂林地区の生活用水量と工業用水量が増加すれば、漓江へ排出される各種の廃水量も増えると考えられ、河川の汚濁負荷量が増加になる。また、水量の減少で河川の自浄作用の低下に加えて、水質が悪化する範囲の拡大につながる。その影響で、河川景観上からの河川景観を評価する項目である河川の親水性、水の透明度、水の色相から水質が悪化されると親水性を失い、水の透明度と色相が低下するなどから、漓江の自然山水景観へ直接に影響し、清冽な漓江というイメージと景観特性である倒景が維持できない。

その他の気候と地形及び動植物などの影響に対しては、大気候と地形の異変の可能性が低いと思われ、景観に直接影響する動植物の変化が大きいと考えられる。その変化としては人口の増加と土地利用の拡大により、野生動物の生息区域が縮小され、種類と数が減少する傾向があると共に、水源涵養林や自然景観の構成要素である兩岸の植林も減少となる。特に、漓江兩岸の植林の減少により、兩岸の裸地が増え、露出した土質の岸が洪水や航行する船により発生した波の衝撃で崩れ、景観の維持ができなくなり、景観構成の破壊につながり、水辺の景観性が失われる。また、水辺にそびえ立つ奇異な山の緑量の減少によって、山の色が岩肌となり、青々とした山峰の景観資源が破壊される。

6.3 管理・利用的な要因による景観上の変化

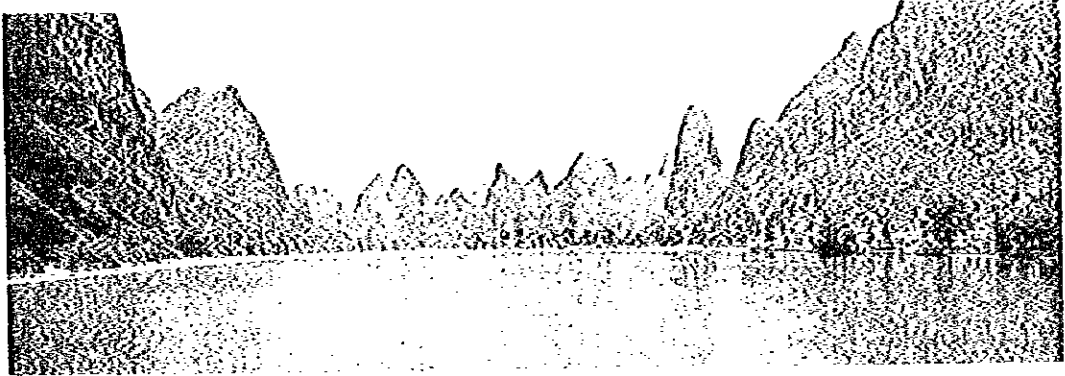
管理・利用的な影響要因としては管理（法的な規制、政策）、土地利用、水の利用、河川区間の利用、構造物の設置などが挙げられる（漓江の環境影響要因マトリックスを参照）。それらの要因は互いに影響しあい、漓江の自然景観に間接及び直接的に影響する。

桂林地域における人口の増加、経済発展のための経済利益の追求によって、土地の利用や河水の利用が増大となる。環境保護の規制、政策が有効に実施されない限り、景観保護区であるべき区域内の土地利用開発や経済活動などの人工行為は自然との調和、河川の親水性、地域の特徴などの景観性と機能性を配慮せずに行われる可能性がある。具体的な現象として考えられるのは、現在一部地域にすでに見られる景観資源である石山の採石や自然景観を売り物にした沿岸の開発現象が将来に渡って多発する可能性があり、これらの構造物の高さや形状や色彩などが周辺の自然景観と調和せず、奇異な山峰の破壊や山群のスカイラインの崩れに結びつく結果となる。また、水と河川空間の不適切な利用に加えて、その総合的な影響力によって、漓江兩岸の緑被率の確保と景観資源へ直接的に保護ができず、既存の景観視点、名勝地、歴史遺跡、生態環境の維持にも影響し、漓江流域全体の自然山水景観の保全と機能に悪影響を及ぼす。

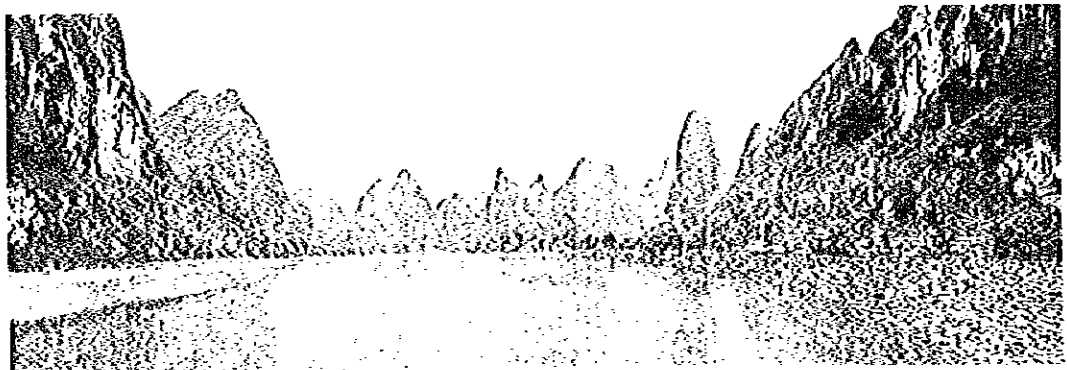
6.4 シミュレーションによる景観の予測

6.4 シミュレーションによる景観の予測

▼シミュレーションその1



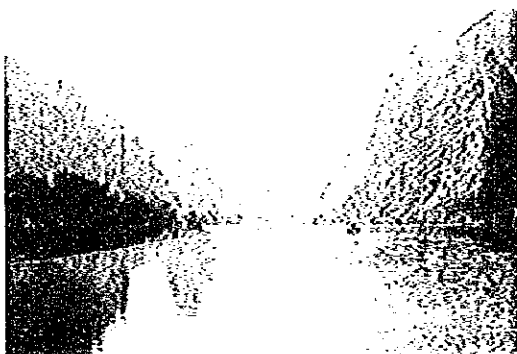
・漓江現在の美しい自然山水風景



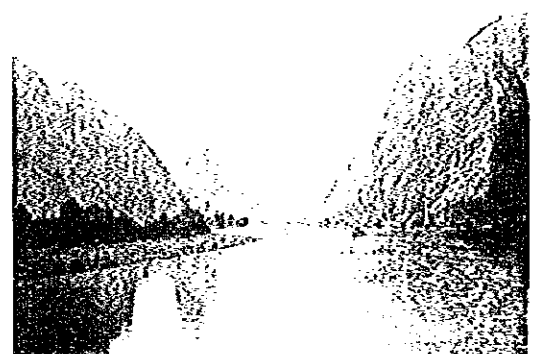
・将来のイメージ

水環境が改善されない限り、水質の悪化や水量の低下や自然環境につながる人工行為などの影響による桂林の自然山水景観性を失う恐れがある。

▼シミュレーションその2

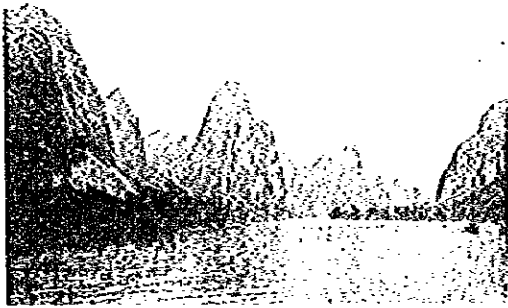


・現在の浪石風景

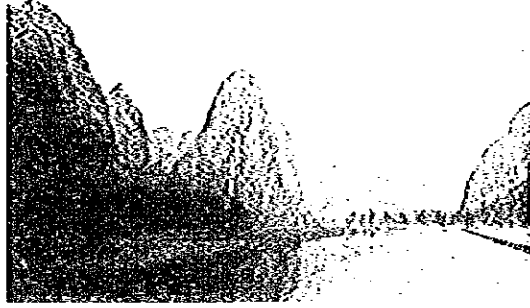


・将来水量が減少した浪石風景

▼シミュレーションその3



・現在秀麗な山水景観



・将来の水環境の悪化による植物の減少、
景観視点の変化になるイメージ

▼シミュレーションその4



・現在の清潔な水質と絶景な黄布倒影

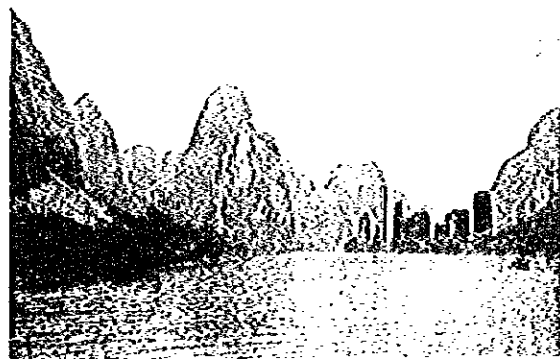


・将来の水質の悪化と砂利河原の拡大
による景観性が破壊されるイメージ

▼シミュレーションその5



・現在自然性が高い浪石風景



・将来に不適切な土地利用開発による
山の輪郭と景観性を損なうイメージ

7. 景観の改善計画目標

7.1 内容の設定

将来漓江流域の自然景観の改善目標としては、漓江の水環境を改善しつつ、自然環境性と自然景観の向上を主要な目的とし、自然環境資源の変化量の最小化、景観としての空間的なまとまりや雰囲気確保、見られやすい領域の景観変化の最小化、視覚的に傷つきやすいところの保全をその改善の目標内容とする。

7.2 目標の設定

7.2.1 2010年の目標

- (1) 2010年までに漓江を縦軸にし、可視範囲を横軸にする保全範囲の設定が完了し、景観資源の保全区や生態環境の保護区、継続的開発可能な区域などの土地利用の性質及び種類を明らかになった。
- (2) 漓江の山水景観及び自然環境に関する保護政策と規定が実施され、その効果が明らかであった。
- (3) 景観としての空間的なまとまりや雰囲気確保のため、保全範囲区域内の風景地あるいは名勝地内にある不適な建造物の撤回が完了し、且つ、自然景観性を損なう建設をコントロールができた。
- (4) 洪水期において、景観特性の維持ができる漓江の流量は40 t/sを維持し、水質が二類標準に達した。
- (5) 象鼻山、浪石奇観、黄布倒影、九馬書山などの重要な自然景観資源の保全と景観視点の維持ができ、且つ、その変化量の最小化を達した。(主要景観資源リストを参照)
- (6) 視覚的に傷つきやすいところの保全のため、景観視点の周辺に建築物の高さを制限され、形状と色彩などが自然と調和を取れるようになった。
- (7) 漓江兩岸の護岸整備においては、草坪郷、楊堤郷、興坪郷、浪石などの風景区内の自然性と親水性を持たせた護岸整備が完成した。
- (8) 重要な景観資源及び重要な風景区内の植栽の整備が完了し、且つ、流域全体において、植栽整備の最終目標数値の60%を達成した。
- (9) 重要な歴史・文化財が人工行為による破壊現象が発生せず、且つ、適切に保護されていった。
- (10) 都市部の緑被率が現在の30.6% (1995年の統計数値) から35.0%に達し、都市のヒートアイランド現象を抑える。植栽構成が基幹樹の単一な常緑樹から夏に緑陰機能と冬に採光性及び夜間照明機能を考慮した落葉・常緑の複合構成になり、落葉樹の比率が30%に達した。また、都市景観向上のため、歩道に低木や花卉を植え、四季感を持たせた。
- (11) 都市部の景観資源に対して、堯山、桂梅、奇峰、芦笛、龍泉の五つの風景区の基本保護整備が完了し、また、16ヶ所の重要な石山景観資源と3ヶ所の代表的な鍾乳洞が適切に保護される。

7.2.2 2020年の目標

- (1) 漓江流域内の自然山水景観特性が維持され、景色がもっと美しくなり、観光内容が充実され、観光事業の発展に重要な役割を果たす。
- (2) 景観資源及び風景区管理体制が整え、科学的と有効な管理が行われる。

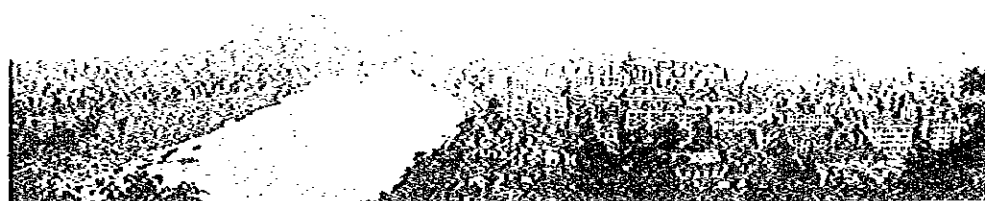
- (3) 洪水期における瀉江の流量が40 t/s以上を達する。水質は国家の二類標準以上を維持する。
- (4) 瀉江沿岸の景観資源（歴史・文化財を含む）と景観視点が保全され、景観資源の変化量が最小化に抑えられ、景観視点においての視覚的な変化が生じせず、その周辺の自然的な雰囲気確保される。
- (5) 保護範囲内の開発行為や構造物の設置位置、形状、色彩などが自然景観性を破壊せず、且つ、自然環境と調和を取れた。
- (6) 瀉江兩岸の緑化整備事業が完了したことにより、風景区域内の緑被率と河川の沿岸、山谷の森林面積率がそれぞれ55%と35%を達したと共に、瀉江上流域の水源地の面積率が80%を維持した。また、自然生態環境も回復した。
- (7) 瀉江の護岸整備がすべて完成したと共に、治水の機能とあわせ、異なる場所と機能による親水性や景観性を持たせた護岸が設置された。
- (8) 瀉江兩岸の草坪郷、楊堤郷、興坪鎮、城関郷、福利鎮、普益郷、陽塑鎮風景区の景観保護整備が完成した。
- (9) 都市部の緑被率が40%以上に達し、生活環境と自然環境を考慮した植生構成と植栽体系が完成した。また、5つの風景区、71ヶ所の保護対象になる石山、22ヶ所の岩洞を適切な保護管理が行われていった。

7.3 シミュレーションによる景観上の保全目標のイメージ

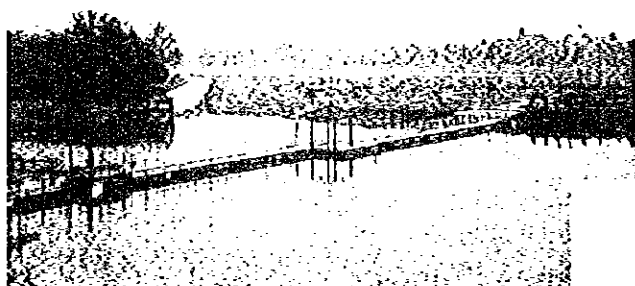
将来漓江の水環境が改善され、景観上の保全目標のイメージ集



・現在桂林市の風景



・漓江沿岸の建物(煙突)が制限された将来の桂林イメージ



・現在伏龍洲の風景



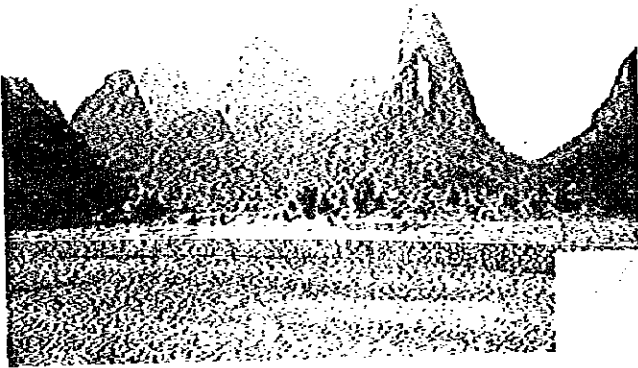
・整備による将来の伏龍洲の風景



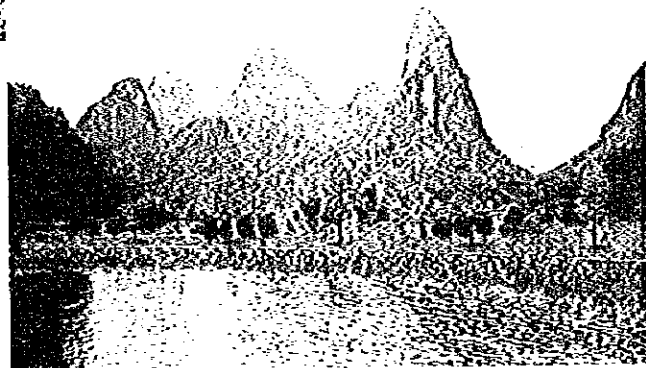
・現在風景



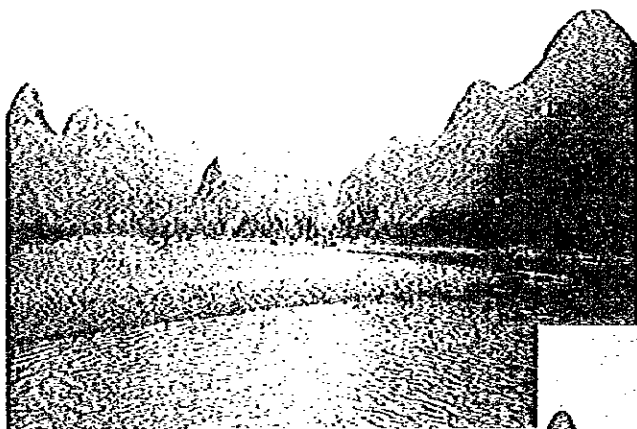
・多自然護岸と緑化整備による景観上の
変化イメージ その1



・現在風景



・多自然護岸と緑化整備による景観上の
変化イメージ その2



・現在楊堤周辺の風景



・増水と緑化整備された将来の楊堤周辺の
景観イメージ



・現在瀉江沿岸の住居環境



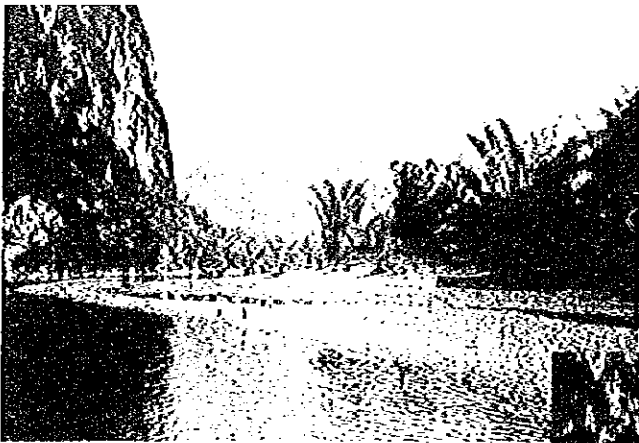
・護岸と緑化整備による住居環境イメージ



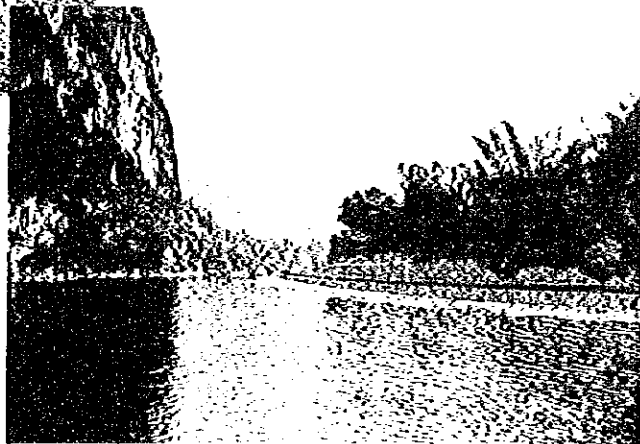
・現在九馬画山周辺の風景



・増水と護岸整備された将来九馬画山周辺の
景観イメージ



・現在九馬画山前の景色



・増水、護岸と緑化整備した九馬画山前の景観

8. 自然景観保全対策

8.1 保全対策

保全対策として行政整備ならびに保護事業整備を行うこととする。

8.1.1 行政整備

漓江流域内の景観資源の保全・利用に対する法的整備、および、法の有効実施に関する保全管理体制の改善（具体的には漓江流域風景保護制度の改善と充実、漓江流域景観保全管理体制の改善）。

8.1.2 保護事業整備

景観保全の為に人工行為に対する制限、保護整備事業の推進。

8.2 保全対策の内容

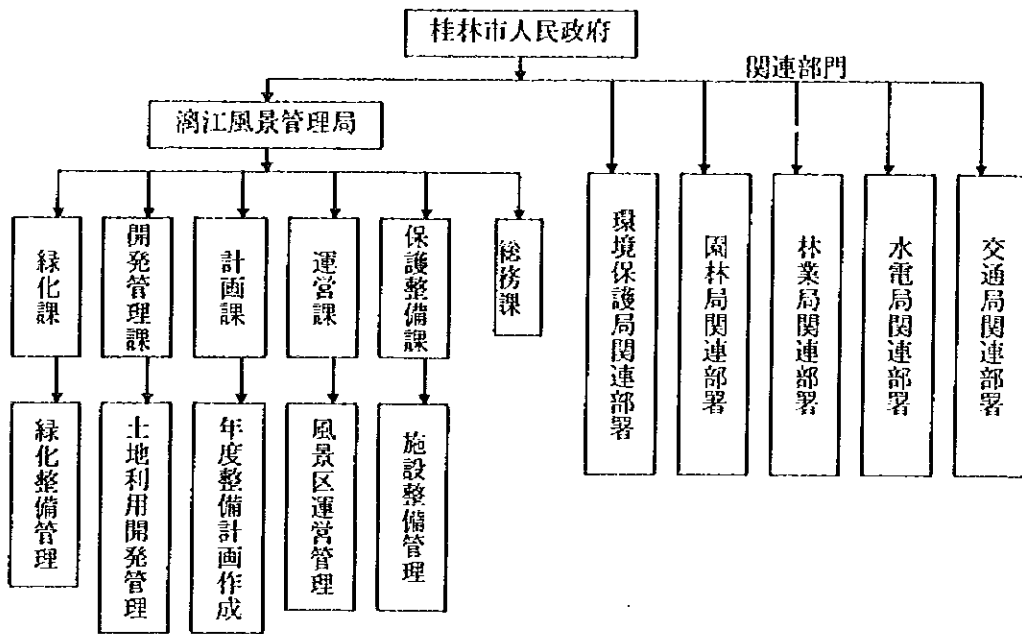
8.2.1 漓江流域風景保護制度の改善と充実

現在、景観保護制度として1985年6月7日に発布された「風景名勝区管理暫定条例」がある。この法令は基本法律として中国全体の風景名勝区に適用されているもので、漓江流域風景区域もこの適用を受けるが、漓江の特性と状況から考えると漓江流域の景観保護に詳細な法則が必要と考えられる。即ち、国家の「風景名勝区管理暫定条例」を基に、漓江流域内の自然環境の保全や土地利用と人工行為の制限を細かく制定する法則が必要である。この法則を早急に作成し、実施することを提案する（水法、河川法など関連法律を参照する必要がある）。

8.2.2 漓江流域景観保全管理体制の改善

漓江流域における自然景観保護区の管理体制に対しては、現行管理部門が多くの部門に細分されていることから、管理組織の見直しが必要であると考えられる。漓江の景観保護規定を執行し、自然景観保護区を統一的に管理する組織の設立及び改善を提案する。この組織が組織力を十分発揮できるためには、その職能を十分果たせる権限を持つ必要がある。また、他部門と共同して、自然景観資源に対する有効な保護管理、計画的な保護整備の推進などを行うことが肝要である。

組織は、保全管理計画を立案する計画部門、緑化整備事業を推進する緑化整備部門、景観資源保護整備事業を推進する保護整備部門、土地利用開発に関する開発管理部門などで構成されることが望ましい。この組織構成案を図8.2.1に示す。



・図 8.2.1 組織構成案

8.2.3 漓江流域景観保護管理整備基本計画の作成

景観保護管理整備基本計画は、保全目標にあわせ、漓江流域の景観保全範囲を明確し、漓江の自然山水風景の将来像を明らかにするものである。ここでは、将来、社会背景や水環境の変化に対応できるように、保全範囲の優先度を基に、緑化率の設定、ビューポイント範囲の建坪率設定、土地利用の制限の設定、保護対象の選定、保護整備事業の実施などが明確される（図 8.2.2 を参照）。

・景観保全範囲の設定

漓江兩岸の景観資源、風景区の保護及びそれらの景観資源と風景区に影響する周辺区域の自然環境を保全するため、漓江を縦軸にし（桂林市～陽朔段）、兩岸の可視範囲（景観視点を影響する範囲を含む）を横軸とした範囲とするにする（図 8.2.3 を参照）。

・保全及び保護対象の設定

漓江兩岸の自然景観資源と景観視点（名山、奇岩、景観林、古木、生態林、水源林）、歴史文化財（古跡、名鎮）などを対象とする。

・保全及び保護の優先度の設定

保全範囲の中に保全範囲と保全対象を分級し、重要な景観資源と景観視点及び優れた地域性と歴史文化性を有するものを優先に保護する。

・土地利用

保全区域においての兩岸の土地利用は景観保全区域、農業生産区域、緑化区域（水源林、景観林、保護林、経済林）、村・鎮の発展区域、持続開発可能な区域とする。

- ・整備内容

重要景観資源の保全整備、両岸緑化整備、歴史・文化財保護整備、護岸整備などを行う。

8.2.4 護岸整備事業

- ・整備の基本方針

自然のままの河岸が自然景観資源とあわせ、自然本来の姿として原風景を残していくことは瀧江の自然山水景観を維持する基本理念である。瀧江の護岸整備においては、沿岸全体ではなく、瀧江の水環境の変化を考慮し、瀧江の河段状況により、洪水や船の航行による浪を受けやすい岸に対する治水の目的と景観性向上の目的で護岸整備を行うことが必要であると思われる。護岸整備にあたっては、周辺の自然景観と調和した自然性、親水性を持たせる護岸整備が望ましい。

- ・整備方法

瀧江沿岸の状況（土地利用、周辺景観性、水環境状況）を詳細に調査した上で、目的にあわせ、護岸整備の必要な箇所を明確にし、護岸タイプの選定を行う。一部既存護岸は、裏の法面が河水により浸食され、護岸が機能していない現象が見られる。これらの護岸に対しては、法面の補強整備が必要である(設置案図 8.2.4 に示す)。

8.2.5 両岸緑化整備事業

本事業は、瀧江の景観特性を維持した上で、瀧江の水環境の改善状況をあわせ、緑化材の選定や植栽の配置が植栽の機能（修景植栽、生態保護植生など）を考慮し、瀧江の自然山水景観の向上を目的とする。

- ・事業内容

護岸の整備と併せの水辺の植栽整備、水土保持林の整備、景観向上するための修景林の整備、山景観資源の保護ための「封山育林」、経済性を図る経済林の整備などとする。

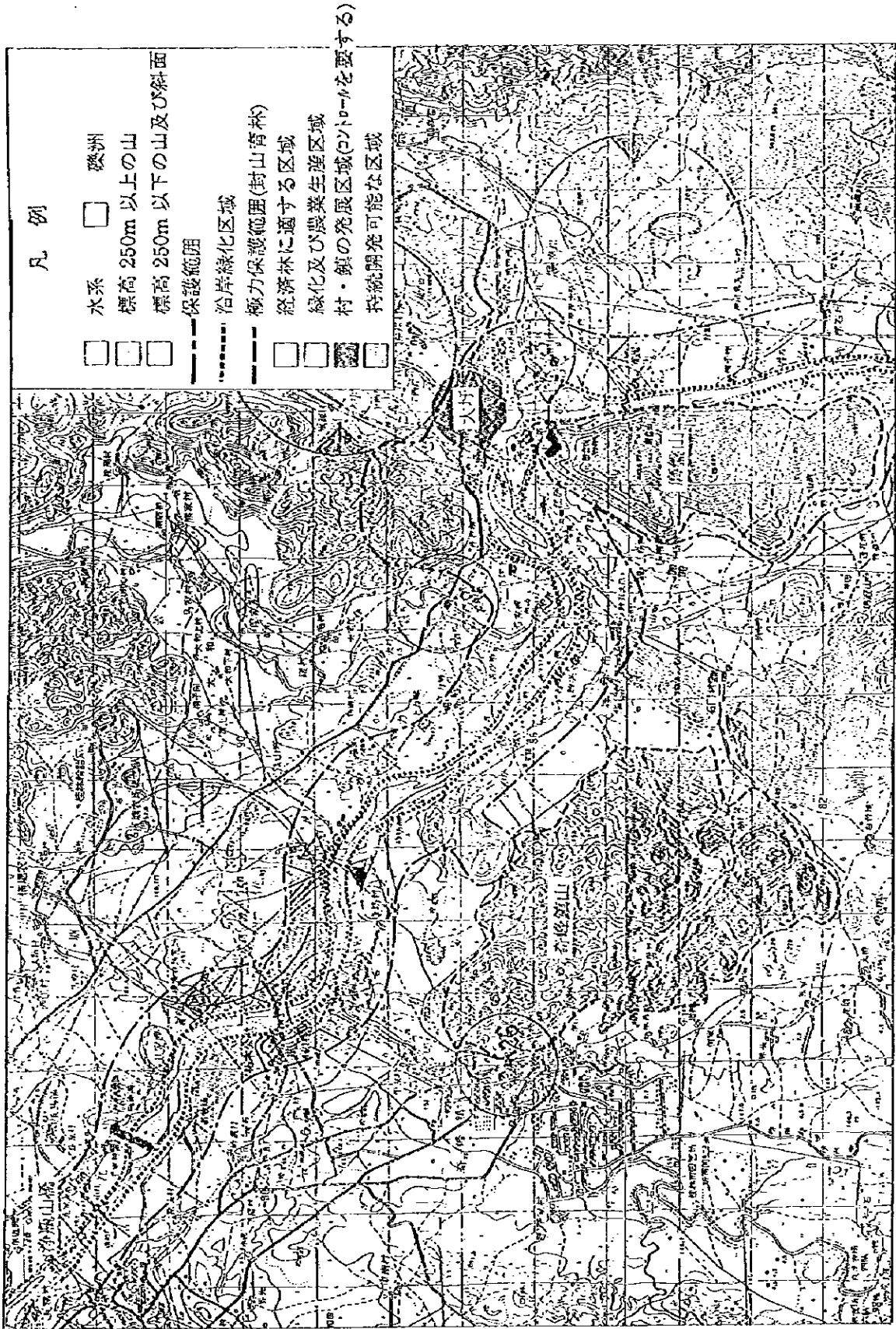
- ・樹種の選定及び植栽形態の設定

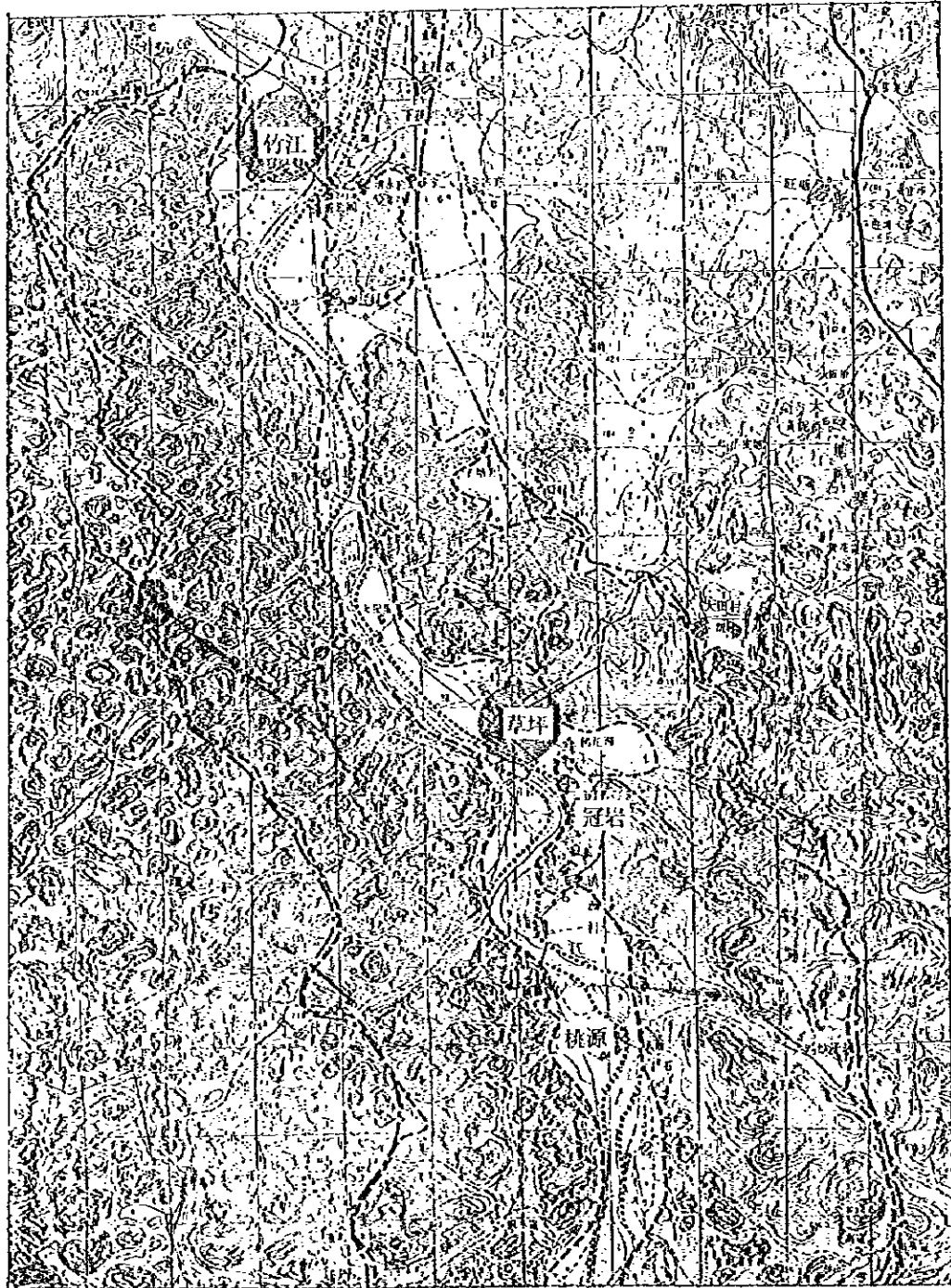
両岸の景観性及び土地利用の性質から、水源林や景観林や保護林などの植栽の機能を考慮し、樹木の選定と配置及び構成を定める。水源林においては、貯水性が高く根深い広葉樹を中心に、落葉と常緑樹の混合林とし、上流部に配置する。保護林は青々とした山イメージを維持するため、常緑樹を中心に、低木や地被を高木の下に配置する。景観林は郷土樹を中心に四季感があるものとし、両岸に配置する。

- ・緑化整備イメージ（図 8.2.5 と図 8.2.6 に示す）

⑥歴史・文化財の保護整備事業

歴史・文化財に対しては保護対象物の選定と保護優先度により、遺跡や歴史的な構造物保護・修復を行う。瀧江流域に元の郷土性や歴史性を維持する。



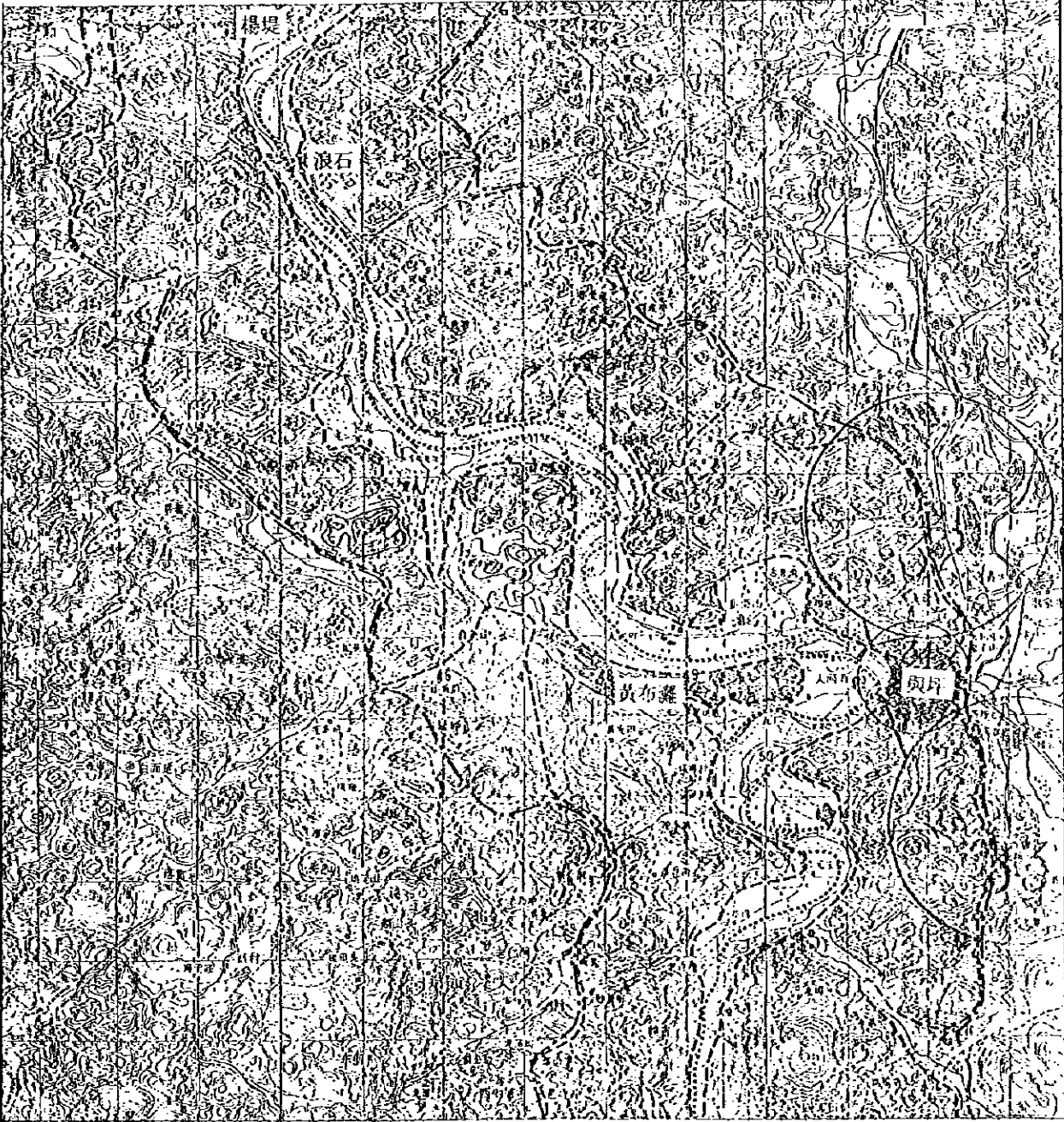


凡 例





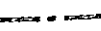


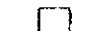
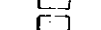




- | | | | | | |
|--|----------------------|--|-----------|--|--------------|
| | 水系 | | 礫洲 | | 標高 250m 以上の山 |
| | 標高 250m 以下の山及び斜面 | | 保護範囲 | | 極力保護範囲(封山育林) |
| | 沿岸緑化区域 | | 経済林に適する区域 | | 緑化及び農業生産区域 |
| | 村・鎮の発展区域(コントロールを要する) | | 持続開発可能な区域 | | |

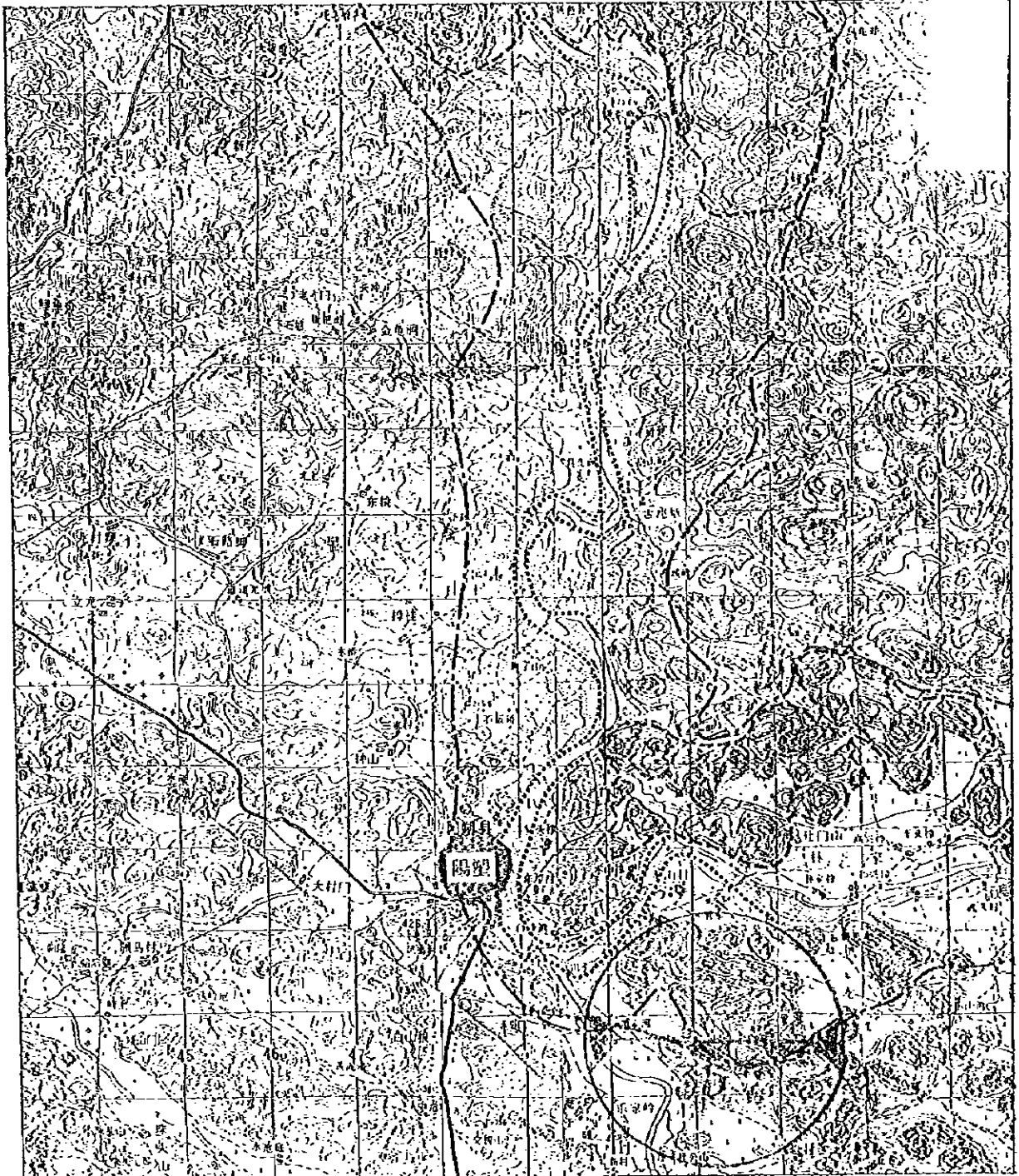
漓江流域景観保護管理整備基本計画案

No-3



凡例

- | | | | | | |
|---|----------------------|---|----|---|--------------|
|  | 水系 |  | 礫洲 |  | 標高 250m 以上の山 |
|  | 標高 250m 以下の山及び斜面 |  | |  | 保護範囲 |
|  | 沿岸緑化区域 |  | |  | 極力保護範囲(封山育林) |
|  | 経済林に適する区域 |  | |  | 緑化及び農業生産区域 |
|  | 村・鎮の発展区域(コントロールを要する) | | | | 持続開発可能な区域 |



凡例















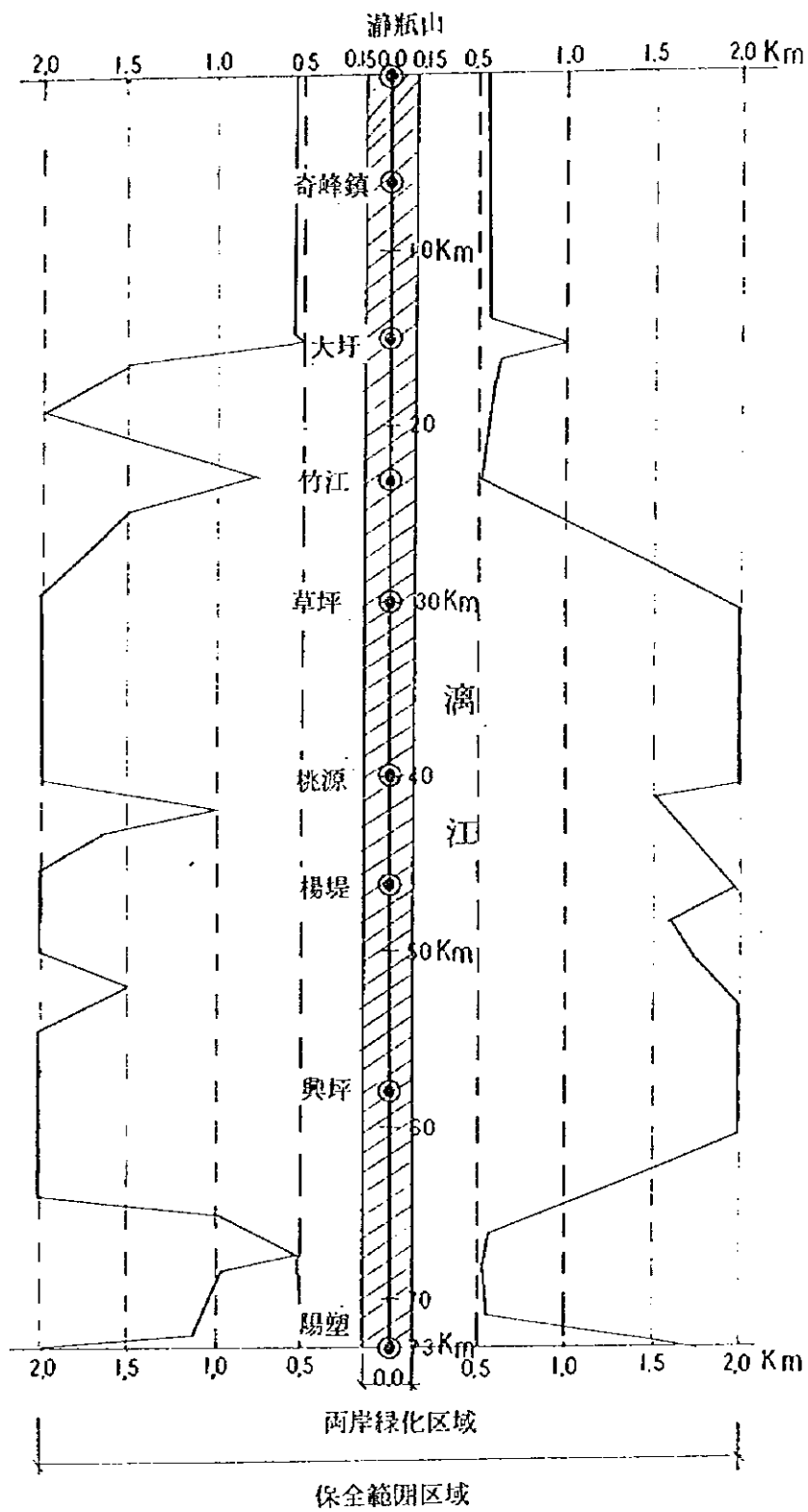
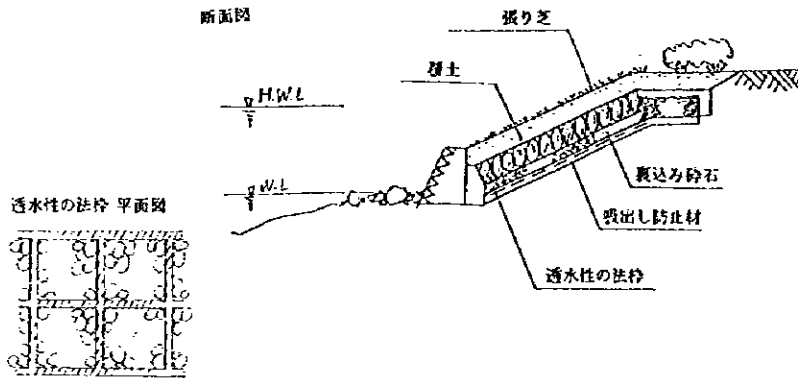
- | | | | | | |
|---|----------------------|---|----|---|--------------|
|  | 水系 |  | 礫洲 |  | 標高 250m 以上の山 |
|  | 標高 250m 以下の山及び斜面 |  | |  | 保護範囲 |
|  | 沿岸緑化区域 |  | |  | 極力保護範囲(封山育林) |
|  | 経済林に適する区域 |  | |  | 緑化及び農業生産区域 |
|  | 村・鎮の発展区域(コントロールを要する) | | |  | 持続開発可能な区域 |

图 8.2.3 景观保全范围设定案图



・図8.2.4 護岸設置案

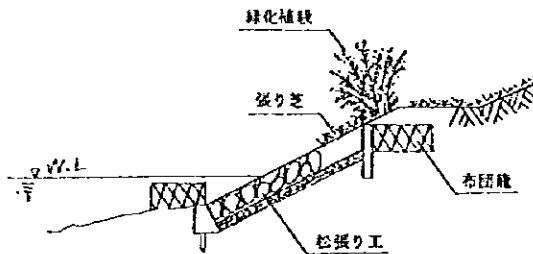
案-1



- ・護岸には透水性の法枠を使用、その上に覆土を施す。
- ・植生が早期に回復するよう現地の表土を使う。
- ・出水期までにある程度植物が生えるよう、施工時期を工夫する。
- ・流れを受ける水際部は、植生ネット、木杭などで保護する。
- ・法面保護のため芝を張る。

案-2

断面図

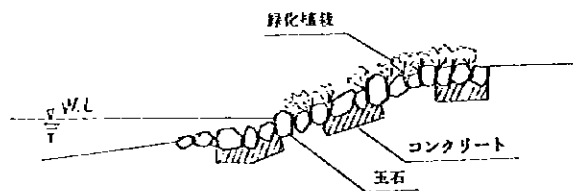


施工写真



案-3

断面図



施工写真

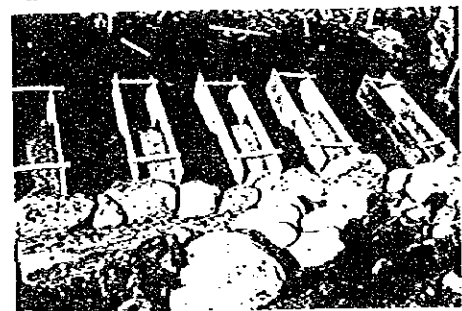


図 8.2.5 瀋江沿岸緑化イメージ断面図

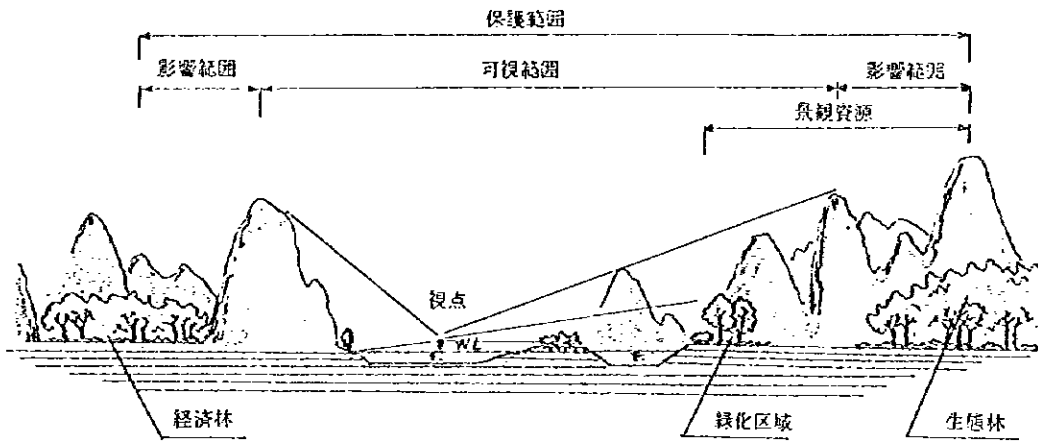
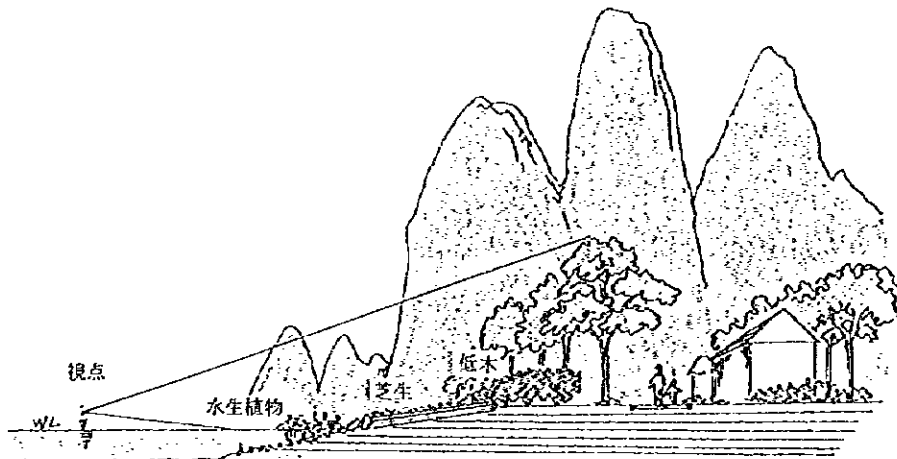


図 8.2.6
景観林植栽イメージ断面図



水源涵養林

1. 水源涵養林

1.1 森林概要

(1) 中国全域の森林

中国は9億6000万haの国土を有している。これは、日本の約26倍にあたり、ヨーロッパ全土をすっぽり飲み込んでしまう広さである。かつては、この国土の半分は森林が覆っていたという。それが数世紀にわたって繰り返された伐採、これは大半は燃料による木材利用と耕作地拡大のためによるものであるが、中華人民共和国建国当時の1949年には、国土面積の8.6%に森林面積は減少していた。

建国後、国土緑化を目標下に効率的な管理がなされるようになり、その結果、1992年5月の統計発表によると森林率は13.4%に向上し、1億2800万haの森林面積を有し、さらに2000年までには20%に達成させようと目標をかかげ、実施している。

しかし、天然林は地域的に限定され、不均一に分布している。開拓の及びにくい山岳地帯とか、遠隔地に存在している。その一つは黒竜江省・吉林省にまたがる東北部の亜寒帯針葉樹林とそれに隣接しての汎針広混交林の森林帯であり、もう一つは、長江以南の浙江・福建・広東・広西の沿海部諸州から西南部の山岳地帯の貴州・四川・雲南の諸省及びチベット省の東部に至る広大な地域にわたって分布している常緑広葉樹林を主体とする針広混交林の森林帯がそれにあたる。これらの天然林を有する地域が、中国林業の中心地域でもある。

その他の広大な地域の森林は、人工植栽によってできた森林である。これらの点が、中国の森林と林業の特徴となっている。

森林総蓄積は95億Dとなっている。高等植物は約800科、3,100属、27,000種が存在し、その内木本植物は7,000種で、2,800種の高木樹種が分布している。

(2) 広西自治区の森林

広西自治区は中国華南西南部に位置し、気候は亜熱帯季節風気候である。植生ならびに森林は、その大半は亜熱帯類型に属するが、一部には典型的な熱帯のボルネオール科に代表される雨林類型や、寒涼気候を好むモミに代表される中亜熱帯山地針葉樹類型、陸地植生類型や海岸植生、海島植生類型がみられる。

全区森林面積は 60,217km²、森林被覆度は 25.34%、森林生立木の総蓄積量は 25,524 万 D である。この内、木竹用材林の面積は 40,388 km² で、森林総面積の 66.91% にあたり、次に広い経済林の占める面積は 9,892 km² で 16.43%、防護林の面積は 8,596 km² で 14.28%、薪炭林の面積は 1,297 km² で 2.15%、特殊用途林の面積は 144 km² で 0.23% となっている。従って用材林・経済林・防護林・薪炭林・特殊用途林の比率は大体 67:16.4:14.2:2.2:0.2 である(1990 年広西森林資源連続詳細調査資料統計)。

広西の森林樹種資源は豊富で、調査統計によると、木材生産価値のある樹種は 1,800 種余にも達しており、また「広西樹種用途分類標準(1993)」によると、特殊類材に属するものが 10 種余、一類材に属するものが 70 種余、二類材に属するものが 150 種余、三類材に属するものが 250 種余あるとなっている。

統計によると、広西全区の県以上の政府による認可を受けて建設された、また区が建設を計画している自然保護区は 64 ある。これらの自然保護区の森林面積の合計は 9,327.54* にのぼる。これらの森林は、広西陸地生態系の支柱であり、水土の保持、水源の保持、気候の調節、自然生態環境の改善、生産の発展促進、科学研究、そして社会の進歩にたいし、非常に重要な意義をもっている。

全区の 40 の、合計面積 9,100 km² 余にわたる重点水源林の調査見積もりによると、これらの水源林によって毎年 90 億 D 余の水源が維持されている。それのみならず、水源林は 364 本の大小河川と 666 のダム、1,400 余の水力発電所、3,720 km² の水田の水源に直接影響を与えている。そして、農工業生産および輸送事業の発展にも重要な役割を果たしている。

福建省林業科学研究所来舟試験場実験林内に植栽されている、中国全土から収集された種子を用いて養苗し、統計的設計に基付いて設置された 15 年生の杉木山地試験地からの試料を用いて、生化学的手法によって杉木の地域変異と分化経路の検討がおこなわれた。その結果、中国の杉木は雲南・四川・貴州を中心とした地域に遺伝的発祥地(ジンセンター)をもち、長い年月をかけて東進し、分化を続けた流れを主体とし、それから分岐した北上、ならびに南下の流れをもって、今日の中国 13 省にまたがる分布地域を形成した。この地域変異ならびに分化経路は、遺伝的にも評価のある針葉葉型指数や病害抵抗性ならびに材質ヤング係数などの他の形質からの検討によっても裏付けられている。

また、馬尾松については、生化学的手法による検討はなされなかったが、やはり貴州産のものが、遺伝的に高いものをもっていることが明らかにされている。

上述の華中・華南に分布地域をもつ杉木・馬尾松と同じ分布地域をもつ亜熱帯常緑広葉樹についても、杉木や馬尾松と同じく、雲南・四川・貴州を中心とした地域に遺伝的発祥地をもっていると考えられる。

従って、雲南・四川・貴州に近い広西自治区、とくにこれら3省と境を接する北西部から北東部の山岳地帯の森林に分布する天然林の針葉樹・広葉樹は、遺伝的に大変高いものをもっていると推定される。

1.2 漓江流域の森林

漓江は、中国6大河川の1つである珠江水系に属し、猫児山の東南側を源流とし、靈川市までは大溶江とよばれているが、興安県・靈河県・桂林市区・陽朔県と流れ、陽朔市以降は桂江と改称し、珠江につながっている。その流域面積は 5,660km²となっている。漓江流域境内の最大都市は桂林であるが、昔から「桂林の山水、天下に甲たり」と絶賛され、中国の重点観光都市の1つに数えられている。

漓江流域は、広西自治区の東北部に位置している。この地方は、山岳丘陵地であり、中国五嶺の中の越城嶺と都龐嶺の両分水嶺が北に跨がり、越城嶺の主峰猫児山は海拔 2,141m で、中国華南地方の最高峰であり、漓江の水源でもある。

漓江流域における森林は、面積が 2,140 km²、森林被覆度は 37.8%となっている。水源林面積は 644 km²で、全森林面積の 30%を占めている。水源林は主に、漓江水系に属する猫児山森林区、青獅潭ダム森林区、および相江水系に属する海洋山森林区に分布している。森林の構成は、水源林を除くと、用材森林 43.6%、竹林 16.6%、経済用森林 8.1%、薪炭用森林 1.2%、特殊用森林 0.5%を占めている。

1.3 現地視察調査と考察

(1) 調査対象地と調査方法

具体的な調査は、上流流域については、

- ① 漓江の水源であり、猫児山（2141m）を含む猫児山自然保護区
 - ② 青獅潭水庫を囲む水源林保護区、
 - ③ 桂東北部の6県が関係している山塊をなす海洋山水源林保護区
- について、下記の調査を行った。

- 1) 林相調査
- 2) 森林の崩壊地の有無と崩壊規模
- 3) 溪流の水量と透明度

漓江下流流域については、漓江河岸の平地ならびに丘陵地に点在する「経済林」「特用林」の構成樹種を調査し、管理状況、特に地床管理に主眼をおいて調査をおこなった。

(2) 調査結果と考察

① 上流流域

表 1.1 にみるように、3 保護区とも森林被覆度は高く、透明度も高い、2、3)。しかし、溪流の兩岸、あるいはダム周辺の林相は、主体をなしている天然の広葉樹はほとんど低木で、2 次林とみられた。そして、その間に人工植栽された針葉樹は、同表でみるように杉木も植えられているが、馬尾松や湿地松の早生樹種が目立ち、しかも最近植えられたものが大半である。

このように、外観的には緑は保たれているが、内容的には林分としてまだ成林の域に達していない。従って、水源涵養林としては充分機能を発揮できる落葉層や腐植層の厚さは乏しく、保水能力は充分とはいえない状況である。しかも、この 20 年以内の若齢林において、40～50° の急峻地でありながら、既に伐採が開始されており、その跡地処理が十分にされていない現場がいくつかある。このような対処のため、大きな規模ではないが、森林崩壊や山崩れの爪痕が数多く観察される。その崩壊のおきている林分は馬尾松や湿地松の植栽地と観察される。

漓江における年流通過土砂量を 1980 年と 1994 年の水文・水資源局からの関係資料より、表 1.2 にまとめた。

表 1.2 漓江における年流送土砂量の年次変化

年次	平均含砂量 kg/m ³	流量 m ³ /s	年流送土砂量 万 t
1980	0.068	130	27.9
1994	0.160	187	94.4
多年平均	0.067		36.8

同資料によると、漓江は、広西自治区中でも土砂流通過量の小さい河川の1つであると評価されているが、表 1.2 でみるように、1990 年では、1980 年の 3.4 倍、多年平均の 2.6 倍になっている。。このように流送土砂量が一挙に増加した原因は、森林崩壊や山崩れはその因子になっていると考えられる。

中国 6 大河川の多年平均流砂量と年流送土砂量を「中国水資源評価(1987)」より表 1.3 に抜粋してみる。

表 1.3 中国 6 大河川多年の流送土砂量

河川名	河長 km	測定地名	多年平均 含砂量 kg/m ³	多年平均 年流砂量 百万 t	実測最大 年流砂量 百万 t	最大最小 年流砂量 比值
長江	2147.4	宜昌	1.18	514.00	754.00	2.1
		漢口	0.61	430.00	579.00	2.2
		大通	0.53	468.00	678.00	2.0
黄河	1672.6	羊州	3.56	113.00	267.00	12.0
		陝 県	36.90	1610.00	3910.00	8.0
		利 津	25.60	1100.00	2100.00	8.7
松花江	1274.8	圭木 敷	0.16	10.70	17.70	8.4
淮 河	777.9	魯合子	0.59	13.30	33.80	48.4
珠 江	629.2	梧 州	0.34	72.30	140.00	8.3
門 江	555.4	竹 岐	0.14	7.40	20.00	7.4

(中国水資源評価(1987)より)

漓江の流量 1m³/s の流送土砂量は上記河川に比し低い。

表 1.1 保護区の面積及び林相内容・構成樹種

項 目		猫 児 山	青 獅 潭	海 洋 山
保護区指定 と目的		・ 1976 年自治区政府指定 ・ 地区で管理 ・ ツガ針葉樹と広葉樹の 混交林の生態系維持と 水源林	・ 1982 年自治区政府認可 ・ 靈川県管理 ・ 水庫水源涵養林	・ 1982 年自治政府認可 ・ 全州、灌陽、恭城、陽朔、 靈川、興安の 6 県で管理 ・ 水源涵養
面積 km ²	全森林	451	391	904
	その他	308 (68.3%)	287 (68.7%) 水庫 104 (31.3%)	612 (57.1%)
蓄積量	万 m ³	220.44	164.70	307.80
林相内容 km ²	広葉樹林	176 [57.1%]	131 [45.6%]	291 [47.5%]
	材木林	17 [5.5%]	26 [9.1%]	40 [6.5%]
	松林	31 [10.0%]	26 [9.1%]	101 [15.1%]
	その他	84 [27.4%]	103 [35.9%]	180 [29.4%]
主要樹種				
天然常緑 広葉樹	1	栲樹	米椎	米椎
	2	羅浮栲	荷木	荷木
	3	細枝栲	栲樹	木冬風
	4	尾葉甜槠	杜英	崗木香
	5	荷木	甜槠	樟木
	6	銀荷木	山籠眼	酸枣
	7	鉄錐栲	紙刺	山板栗
	8	水青崗		牾杜英
	9	包果石東		栲樹
	10	和伯東樹		広東五葉松
		ブナ科、クスノキ科、ツバキ科がもっとも主要なものである。	地帯性植生としては、ブナ科とツバキ科を主体とした常緑広葉樹の群生が形成されている。	
人工植栽 樹種	1	杉木	杉木	馬尾松
	2	馬尾松	馬尾松	杉木
	3	毛竹	毛竹	湿地松
	4	油茶		柑桔
	5	光桐		白果
		標高 1000m 以下に局部的に植栽されている。	人工的に生育可能な主要樹種である。	

②下流流域

蔬菜を作っている農民、とくに都市近郊の農民は、経済開放の好影響で豊かになったが、水田農民は収入が低いいため、果樹園に切り替える傾向がみられ、とくに山岳地の農民に多くみられた。

経済林(果樹園)経営は、果樹の収益を上げるために、除草、施肥、農業の散布を行う。そのため林床には地被物がなくなり、降雨があると土砂流出がおこる要因の一つになっている。また、肥料や農薬のために土壌は固くなり、孔けきが減少するため雨水の浸透が少なく、流水作用に拍車がかかる。経済林は山地傾斜地に多いので、この流水による土砂量は大きい。

林床対策については、中国側もいろいろ研究を重ねているが、経済林では、対象の果樹種は何か、林床処理が行なわれているか、どのような対策がとられているか、に調査の焦点が絞られている。

桂林から陽朔、そして興坪に至る車道沿いの平地での経済林では、柑桔、栗が主体として栽培されていた。その林床処理は、蔬菜類が間作されていて、土地利用は有効になされていた。

陽朔鎮と桂林市の中間の国営良豊農場では、柑桔、オレンジ、柿、柚子、栗などの品種改良や栽培方法について研究が行われている。平地での経済林の林床処理は、この農場の技術指導によるものと思われた。

五通鎮の五通茶場付近の丘陵地は茶畑の連続で、丘陵地を階段状に耕作して、整然とした茶畑が経営されていた。ただ、林床処理は特別なされていなかった。

龍勝地区、耕して天に至る千枚田では、階段耕作にあたって段状の法面は、崩れないように苔類の植物で覆い、かなりの降雨にも耐えるように作られていた。

また、急峻地では、7月の豪雨の折りに、単相林の湿地松の10年生の林分は、その箇所からみごとに崩壊がみられ、隣接の広葉樹林は崩壊がなかった。単層林の脆弱さが確認される。

1.4 林相

(1) 樹種構成と広さ

林相図により、樹種別ならびに齢級別にみても、1980年、1991年とも杉木林、松林の成熟林が少なく、若齢林が多い。特に松林が圧倒的に多く、1994年に杉木の占める面積が1980年よりやや増えている。

広葉樹林は成熟林も保存されているが、若齢林も増加傾向にある。竹林は北部山岳地帯に多い。

(2) 特用林・経済林の分布と変化

1980年には経済林はほとんど見られず、圧倒的に特用林が分布しているが、1994年には特用林はほとんど見られず、経済林がそれにとって代って広く分布している。桂林市林業局の所轄である桂林市、臨桂県、陽朔県の林相図は提供をうけられなかったため、その地域の経済林の分布は不明であるが、かなりの数があるものと推定される。

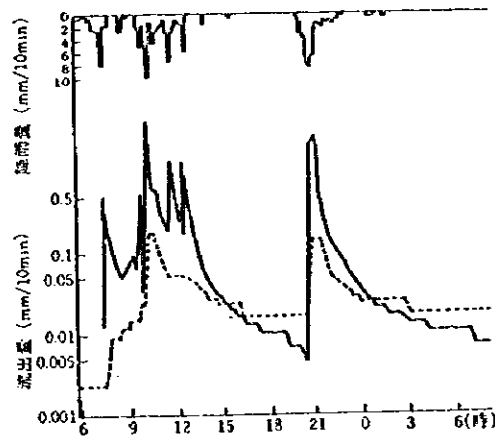
土砂流出、肥料や農薬の流出により、経済林の拡大は、漓江の汚濁、汚染にかなりの影響を与えるおそれがあることから、経営管理においての注意を払う必要がある。

1.5 森林の保水能力とその向上策

(1) 森林の流出への影響

• 短期流出への影響

森林によってハイドログラフがどのように影響されるかを図に示す(福寛)。図は、花崗岩禿山における裸地と植栽地(森林区)のハイドログラフであるが、裸地斜面ではハイドログラフの立ち上がりが急で、逓減も急であり、植栽斜面では立ち上がり、逓減ともに穏やかである。この植栽地(森林区)のハイドログラフが森林流域の特徴であり、最も大きな違いは、森林土壌があるかないかである。森林土壌がハイドログラフに大きな影響を与えることを示している。

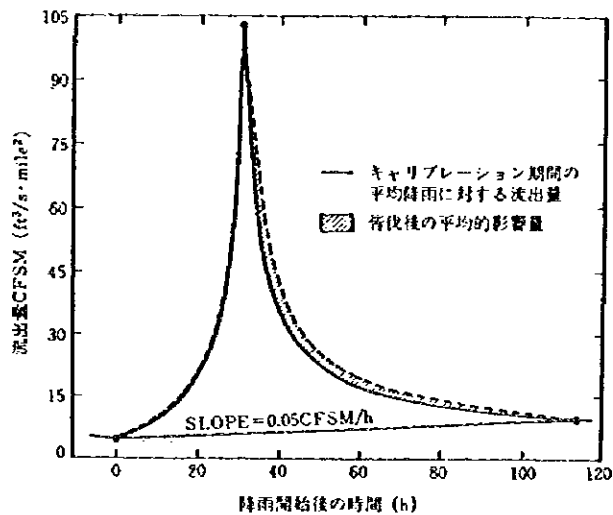


花崗岩禿山における裸地と植栽地のハイドログラフの比較

① 森林の伐採による直接流出量の増加

森林の変化にはいろいろな種類があるが、森林伐採は森林表層土の破壊をあまり起こさない点が、他の土地利用と大きく異なる。このため、森林伐採が直接流出に与える影響は、主として蒸発散による土壤水分の変化（初期損失量の変化）により起こり、一部表面流の発生により起こる。この森林伐採による土壤水分の変化は、先行降雨条件によって大きく異なるので、一般的に影響を評価することは難しい。

わが国の結果を取りまとめると、直接流出量は、伐採（皆伐）前の 1.5～2 倍で、ピーク流量の増加率は 30 から 100% 程度である（中野⁹⁰⁾）。アメリカの Coweeta 試験森林地の伐採による直接流出量の増加については、数多くの流域試験結果がある。地では、図に示すように、伐採後、伐倒木をそのまま地表被覆として放置した場合、直接流出量が 11% 増加し、ピーク流量の変化は認められる程度ではないと報告されている(Hewlett et al.)。



森林伐採による直接流出量の変化

- 長期流出特性への影響

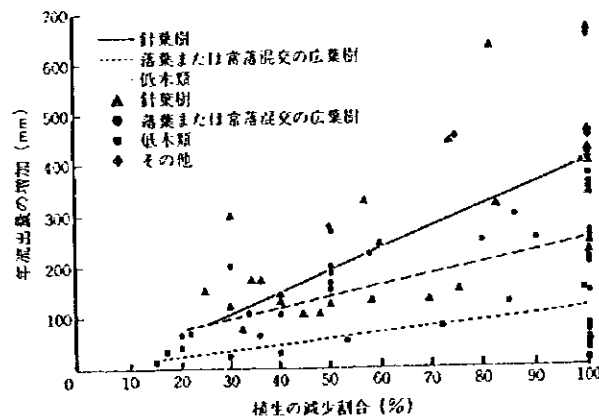
① 伐採による年流出量の変化：森林（広葉樹林）を皆伐し放置した場合、初年度で無処理推定流出量に対して 65%の流量増加を、23 年後の再度の伐採でも 40%の増加を示した。これらの初年度の流出量増加後は、植生の再成長とともに増加量は指数関数的に減少するが、20 年以上も流出量の増加が継続する（Swank）。

また、伐採率の増加とともに、初年度の流出量の増加が認められる。さらに、斜面の方位によって増加量に相違があり、南向き斜面は、北向き斜面に比較して増加量が少ない。これは、南向き斜面における森林伐採による蒸発散量の減少は、北向き斜面より相対的に小さいことを示している。

② 樹種変換による年流出量の変化：広葉樹を伐採し松を植栽した場合、約 6 年間は、広葉樹伐採と同じような流出量の増加があるが、約 10 年後に広葉樹林より年流出量が減少し、松の林齢 15 年では広葉樹より、約 200 mm (20%) の減少を示した。これは、広葉樹に比較して針葉樹が、降雨遮断量と蒸散量が多いためであるとされている。 以上は、アメリカ南東部アパラチア山系の Coweeta 試験地、および一部森林総研森林理水試験地の試験結果である。

③ 樹種、および植生被覆率による年流出量の変化：森林の変化と年流出量の関係を世界の森林水文試験地の試験結果をもとに、Bosch and Hewlett によってまとめられたものを図に示す。これによると、植生の減少と年流出量は直線

的な関係として示されている。また、針葉樹が広葉樹より流出量の増加が大きいことを示している。



植生の減少に伴う年流出量の増加

(2)中国での研究成果

中国での水源涵養林関係の研究は、極めて精力的に行われている。その成果も多いが課題の森林の保水能力に関係するものに絞って以下に示す。

①森林は雨を呼ぶ

年降水量 500 mmの西北地方で、植林による 20~30%の増雨現象がみられた。その結果、10,000・20,000haの広大な植林事業は、間違いなく雨を呼ぶことが認められている。

上記の成果を裏付ける報告として中国科学院地理研究所の劉昌明は、黄土高原の4つの有林地と無林地の降水量を比較して、有林地の降雨量が高いと報告している。また、北京林業大学の研究グループは、8年に渡って、小興安嶺で調査した結果、他の要素を取り除いて、有林地では無林地より降雨量が 11.8%高いと発表している。

森林による増雨の原理については、いろいろな研究がなされているが、植生と反射率との関係があるとするもの、また、森林から生まれた微生物が大気の降水の核になるためであるとするものなどの発表が有力である。

②森林における降水量の配分と草地のそれとの比較

広西自治区で 10 年間にわたって森林気象と降雨流出量の調査をおこなった固定試験の結果(登世宗・韋炳武 1995)について、桂東北地区、桂東南地区、

桂中地区の3地区の対比の形で表示する(表 1.4)。

表 1.4 3 固定試験地でみられた林分と草地での降水量の配分

調査地区	桂 東 北		桂 東 南		桂 中	
	mm	%	mm	%	mm	%
森林冠遮断蒸発量	231.2	15.0	231.5	14.6	164.7	13.2
森林蒸騰量	390.4	25.4	442.8	28.0	396.9	31.8
林内蒸発量	227.9	14.8	323.2	20.5	308.3	24.7
林内地面流量	104.0	6.8	161.9	10.2	299.5	24.0
林内土層浸透水量	684.4	38.0	421.7	26.7	78.6	6.3
草本植物蒸騰量	89.8	5.8	144.3	9.1	124.3	10.0
草地面蒸発量	811.1	52.8	831.2	52.6	714.5	57.2
地面流量	227.7	14.8	285.2	18.0	224.1	18.0
地土層浸透水量	409.3	26.6	320.6	20.3	185.1	14.8
年間降雨量	1637.9	100.0	1581.1	100.0	1248.0	100.0

年蒸散量は森林では年間降水量にたいする比率で3地区それぞれ55.2,63.1,69.7%で、草地では58.6,61.7,67.2%と同じ傾向を示している。しかし地面年流量では林内は草地に較べて少ない。桂中地区の林内の数値が高いが、これは若令の杉木林であるためとの説明がなされている。これにたいして、土層への年浸透水量は年間降雨量にたいする割合で、林分の方が草地のそれより大きい。桂中地区の値が林分の場合低いが、先の項目と同じく、若令の杉木林であることによるものとみられる。

従って、水資源の生態効果としては、草地より林分(杉木林)の方が高く、とくに、3地区内では桂東北地区が効果があるといえる。これは漓江流域に近い地区である。

③主要森林生態系別水分化生態効果

温遠光・劉世榮(1995)による中国主要森林生態系別水分化生態機能の中から、亜熱帯に属する針・広常緑樹林について整理した。

表 1.5 主要森林生態系別水分化生態効果

森林生態系統	林分の開度	平均降水量	平均林冠遮断率	枯落葉層現存量	枯落葉層最大保水率
		mm	%	t/ha	%

亜熱帯・熱帯東部山地 常緑針葉樹林 (杉木・馬尾松・柳杉・金錢松)	0.65- 0.90	1366.5	19.07	11.18	308.4
亜熱帯・熱帯西南部山地 常緑針葉樹林 (雲南松・華山松)	0.60- 1.00	925.9	16.12	20.87	234.5
亜熱帯西部高山 常緑針葉樹林 (高山松・冷杉木)	0.70- 0.80	1230.4	34.34	18.65	349.4
亜熱帯山地 常緑広葉樹林 (米椎・羅浮栲・木荷)	0.80- 0.90	1749.0	16.21	12.31	316.3
亜熱帯山地 常緑・落葉広葉樹林 (鉄椎栲・亮葉水青岡)	0.95	1778.5	11.40	15.90	413.9
南亜熱帯山地 季風常緑広葉樹林 (木荷・鴨脚木・大葉栲)	0.90	1581.5	12.90	6.90	448.9

表 1.5 において、針葉樹と広葉樹の間で林冠遮断率、枯落葉層現存量、最大保水率を比較してみると、林冠遮断率では $0.03 < P < 0.04$ で、枯落葉層現存量では $0.10 < P < 0.11$ で針葉樹が広葉樹より高く、また多いことがわかった。これに対して最大保水率では、 $0.14 < P < 0.15$ で広葉樹が針葉樹よりやや高いことが認められた。

(3) 漓江流域における対策

中国での水源涵養林関係の研究成果は、漓江流域での水源涵養林の在り方について示唆する点が多い。流域ごとに特徴があるため、少なくとも複数の沢に実験リッター層を設置し、流水試験等を通じて、対策は立てる必要がある。中国の研究成果より次のことがいえる。

- ① 森林の存在によって降雨があるのだということを、強く認識し、その資源を絶やさないう努力する。
- ② 破壊は小規模のうちに修復することとし、その大きさは、1～2 ha の内に対処することを鉄則にすべきである。破壊を大きくすると、復元するのに2倍も3倍も歳月を要し、場合によっては復元できなくなる。
- ③ 林木を含めて植物分布には、自然の法則がある。広西自治区は中国森林植物のジンセンターに近いだけに、杉木・馬尾松は勿論のこと広葉樹の各樹種とも遺伝的に質の高いものと推定され、これらを保全する必要がある。
- ④ 大切な郷土樹種の広葉樹を伐り捨てて、初期成長が早いとか、樹脂が取れるからといって、異郷土樹種である湿地松を植え込むことは、生態遺伝的の面

- からきわめて危険なことである。湿地松については、産地試験がなされ、桂林地区に適応した系統が明らかになってから植えるべきである。
- ⑤保水能力で、針葉樹がよいか広葉樹がよいか、またどの樹種がむくか、むかないかは、対象立地の総合的条件で決められるものであるが、針葉樹広葉樹が交ざり合っていることが必要である。日本での実験結果では、針葉樹ないし広葉樹の単層林分の場合より、針広が混着している林分の方が、腐植層の分解が早く有機質が豊富であり、保水面からも望ましいといえる。
 - ⑥植栽に際しては、針広混交林になるように特段の工夫が必要である。しかし、植栽能率や労力的煩雑さを避けることから、植栽対象地に応じて工夫する必要がある。例えば、1人の作業員が1樹種を担当し、直径20mのパッチ状の区内を受け持つ。あるいは20m幅の帯状の植栽を受け持つとかの方法がある。針広の落葉落枝の混合を計り、早く腐植層の土壤養分への還元を促進し、保水能力を高めるために必要な植栽方法であり、同一樹種で20m以上を越えないように留意する。
 - ⑦植栽にあたって、針葉樹にも必要であるが、特に広葉樹の場合、根が張っている樹種が多いので、裸にして植栽すると乾いて活着が悪い。そのため、苗時からポット播き付けをするか、床替えのときにポット植えにして根を十分に張らせ、活着率を良くする。ポット植えの場合山出植栽の能率もあがる。
 - ⑧有用広葉樹の種子園の造成、養苗技術の確立が要望される。広葉樹は樹種が多くそれぞれ発芽特性、成長特性がある。そのための技術開発、ならびに普及および啓蒙が必要である。
 - ⑨経済林の管理方法の例として、緑肥栽培による林床処理の方法がある。緑肥栽培の林床処理は、菌根菌処理を添用すれば、さらに緑肥効果が高まる。経済林の管理方法は中国側においても研究検討がなされ、その成果を早く実践に移すことが望まれる。
 - ⑩傾斜地の場合、15°を越えるときは階段耕作をおこない、流水を阻止する。傾斜15°は流水による侵食発生の限界傾斜度といわれている。階段耕作の場合、龍勝地区でみられたように、法面の崩壊防止のため緑化の工夫が必要である。