

びている。

(c) 鄱陽湖の形成

鄱陽湖は、主として北東-南西、北北東-南南西及び北西-南東の3方向の断裂沿いに沈降した地域である。最近の水準測量の結果によると、鄱陽湖周辺域では、西部及び南部が上昇し、東部及び北部が沈降している傾向がある。このことは、湖が北東方向にわずかながら移動していることを示す。沈降部の代表的沈降速度は0.35mm/年であり、これは鄱陽湖の土砂の平均堆積速度1.7mm/年(鄱陽湖研究による)と比較し、非常に小さな量であると言える。

鄱陽湖が現在の姿になったのは極めて新しく、数々の歴史書が伝える所によると、南朝から隋にかけての時代とされており、この時期は西暦6世紀中から末に相当する。このように、現在見られる鄱陽湖は、1500年程前に形成された非常に新しい湖と言える。なお、漢代以前の鄱陽湖は、数多くの河川が網目状に錯綜した平原であった。当時ここは肥沃な大地として有名であり、「鄱陽平原」と呼ばれていた。

10.3 鄱陽湖流域の土壌

鄱陽湖流域の土壌は図-10.3-1の江西省土壌図に示されるように、13の土壌種に分類されており、これらは更に23の亜類に分類されている。これらの中でも、ラテライト土に相当する「紅壤」が全省面積の71%を占め、これに次いで人工的に改良が加えられた水田土壌である「水稻土」が全省面積の20%を占める。これらの他にも黄壤や紫色壤などの土壌が分布するが分布はごく限られており、江西省の土壌のほとんどが紅壤及び水稻土で構成されていると言える。次に、紅壤および水稻土の概要を述べる。

(1) 紅壤

(a) 成因

江西省は亜熱帯に属し、気温が高く湿潤である。この様な気候条件のもとでは、母岩の風化作用とともに硅酸塩およびアルカリ土類金属の激しい溶脱が発生し、イライト、カオリナイト(水雲母、高岭石)および緑泥石を主体とする粘土鉱物にアルミニウム及び鉄が濃集した、いわゆるラテライト土が形成される。ラテライト土は、濃集した鉄分が酸化状態にあるため赤色を呈し、この外観から中国では紅壤と呼ばれる。

(b) 特性

- ① 植生が奪われ土壌が直接露出している条件下では、紅壤は他の土壌に比べ著しく土壌流失が激しい。つまり、非常に耐侵食性に乏しい性質を有する。
- ② 紅壤は塩基物質が溶脱しているため、水素イオンおよびアルミニウムイオンの含有率が高く酸性を示す。江西省における紅壤の土壌pH値の平均値は4.5から5.5である。
- ③ 紅壤は一般に植物の生育に必要な栄養塩類に乏しい。なかでも磷が特に少なく、紅壤中の磷の含有率は0.03%程度である。紅壤の有機物の含有量は、森林地域では3%以上と比較的高い値を示すが、森林が破壊された地域では1%未満のところが多い。紅壤の窒素の含有率は、江西省全体の平均で0.1%から0.15%程度である。紅壤中の窒素の量は有機物の量と相関があり、森林が破壊され有機物の含有量が少なくなった地域では、窒素の含有量が0.05%にまで下がる。

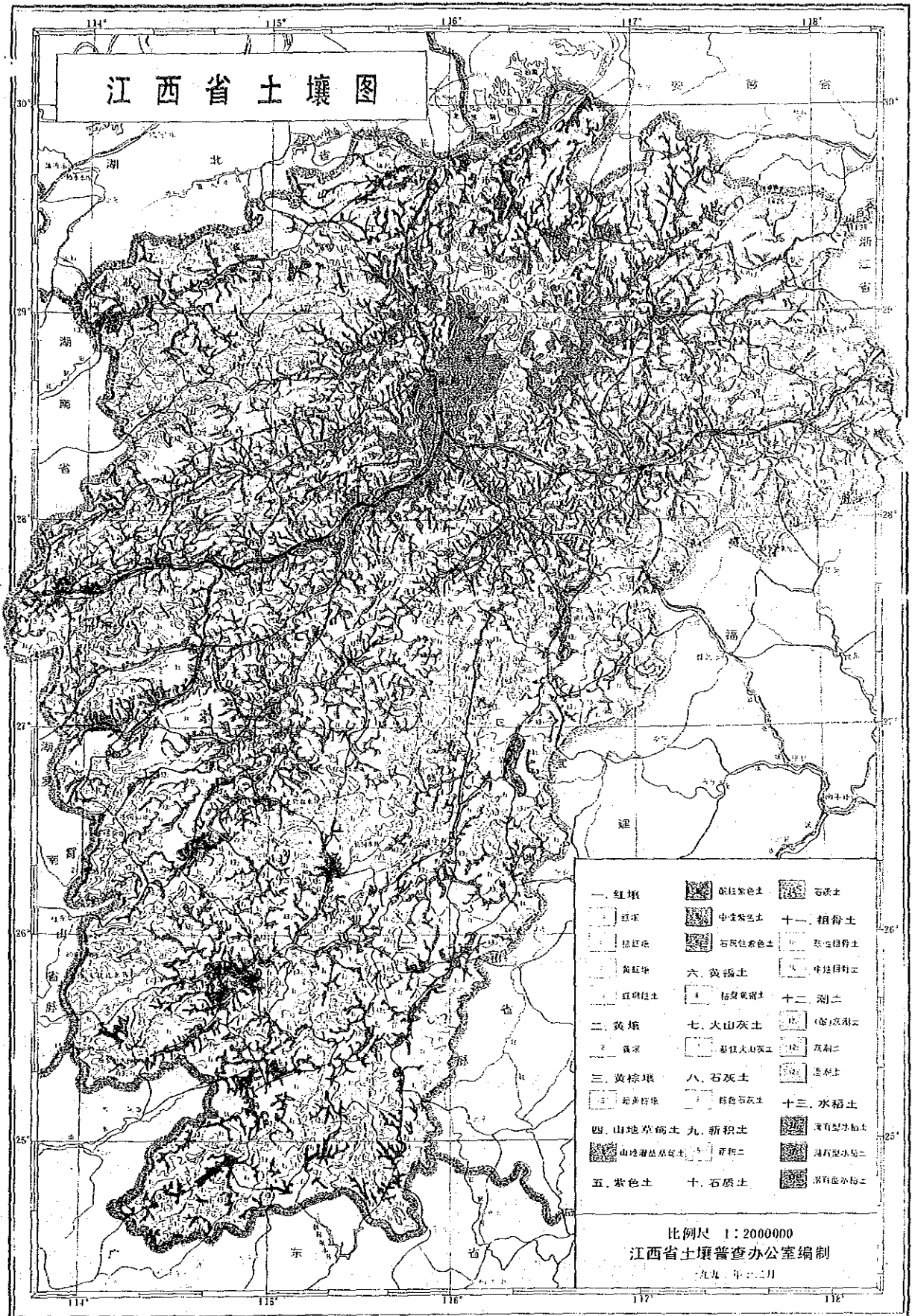


图-10.3-1 鄱阳湖流域の土壤图

④紅壤は粘土鉱物の占める割合が高く、全体に細粒分に富む。平均的な紅壤の粒土組成では、粒子径が0.002mm以下の粘土が占める割合は30%以上である。

(2) 水稻土

(a) 成因

水稻土は稲作のために作られた特殊な人工土壌であり、各種の自然土壌の上を薄く覆っている。江西省においては稲作の歴史が非常に古く、長年にわたるかんがい、客土、施肥等を経て現在的水稻土が形成されている。

(b) 特性

- ①水稻土は人手による管理が行き届いているとともに、平地に位置していることが多いため、土壌の流出はほとんど発生しない。
- ②水の入れ替えや乾燥により、酸化、還元状態が繰り返し発生する。
- ③有機物や栄養塩類の濃度が高い。
- ④平原のほとんど全てが水稻土の分布する水田となっており、山間の狭小な谷底平野にまで水田が及んでいる。

10.4 土壌流出

「江西土壌（江西省土地管理局他編、1990）」によると、江西省における土壌流出の実態が次のように述べられている。

(1) 江西省の土壌流出の概況

江西省では、土壌流失域の大規模な拡大が大きな問題となっている。土壌流出は土地の生産能力を失わせるだけではなく、洪水の発生を助長し山崩れや地滑りを誘発させる。また土壌流出量の増加は、湖への流入土砂量の増加に直結し、湖の濁りや湖の浅化を引き起こす要因となる。

土壌流失域の拡大は、豪雨等の自然的要因も一つの原因としてあげられるが、森林の濫伐、開墾のための植生の伐採、自然林を損なうような無計画な造林、土壌流出を助長する斜面耕作（順卓耕作）等、人為的な自然改変行為が原因とされており、このなかでも森林の破壊が主要原因とされている。

地形分類図に示したように、土壌流出地域を軽度流出地域と重度流出地域に区分する。重度流出地域とは、森林破壊が極端に進み土壌が直接露出する秃山となった地域である（地形分類図参照）。軽度土壌流出地域は、重度土壌流出地域ほどではないが、森林の破壊がある程度進んだ地域であり、草や木が疎らに分布している。

1950年代から1980年代にかけての、軽度流出地域と重度流出地域を合わせた、江西省における土壌流失面積及び土壌流出量の推移は次の様にまとめられている。

表-10.4-1 江西省の土壌流失面積及び土壌流出量の推移

年代	土壌流失面積 ^a (Km ²)	流失面積率 ^b (%)	年間総土壌流出量 ^c (100万ト)
1950年代	11,000	6.6	(47)
1960年代	18,000	10.8	(77)
1970年代	21,600	12.0	(92)
1980年代	38,400	23.0	164

a:軽度流出地域と重度流出地域の面積を合わせた面積

b: 全省面積に対する土壤流失面積の占める割合

c: カッコ内の数値は1980年代の年間総土壤流出量に、各年代の土壤流失面積と1980年代のそれとの比率を乗じて算定した、各年代の推定年間総土壤流出量である。

以上の様に、江西省の土壤流出量は年々増加してきており、1980年代の土壤流失面積は1950年代のその約3.5倍となっている。この様な著しい土壤流出の増加傾向は前述の様に、樹木の乱伐による森林の荒廃が加速度的に進んでいることに原因がある。なお、1992版の江西統計年鑑によると、1991年の省全体の土壤流失面積は40,128Km²に達しており、これは全省面積の約1/4にも及ぶ。

重度流出地域における単位土壤流出量は8,000-13,500ト/ Km²/年とされ、毎年6-10cmの割合で土壤が侵食されている。軽度流出地域における単位土壤流出量は約3,000ト/ Km²/年程度とされ、毎年2-3cmの割合で土壤が侵食されている。ちなみに江西省における1980年代の、軽度及び重度を合わせた土壤流出地の平均単位流出量は、4,270ト/ Km²/年である。

1980年代の重度流出地域の面積は6,656Km²であり、これは土壤の全流出地域の約17%を占めるだけである。しかし、1980年代の重度流出地域からの年間土壤流出量はおよそ72,000千トにも達し、これは江西省の年間土壤流出総量のおよそ半分の量に相当する。

(2) 主要土壤流出地域

地形分類図に示したように、土壤流出の最も著しい重度土壤流出地域(土壤露出地域)が多数分布する地域は、贛江上流域の贛州地区である。贛州地区は贛州市及び興国県を初めとする十六市県より成り、水文観測点18(棉津)の流域とほぼ一致する。贛州地区の面積は約35,700Km²であり全省面積の20%程度にすぎないが、贛州地区の重度土壤流失地区の面積は約2,667Km²であり、江西省全体の重度土壤流失地域(6,656Km²)の40%が集中している。贛州地区の中でも興国県、南康県、信豊県、贛県の4県における土壤の流出が激しい。これら4県では、県面積の30%から50%が軽度を含む土壤流出地域となっており、秃山や疎らにしか草木が分布しない荒廃した山林が広がっている。これら4県の合計面積は江西省の全面積の6%程度であるのに対し、4県の軽度を含む土壤流出地域の面積の合計は全省のその12%を占める。

「江西省地貌図説明書(江西省地質矿产局編、1985)」によると、これら4県の軽度土壤流出地域を含めた土壤流失面積が、次の様にまとめられている。

表-10.4-2 興国等四県土壤流失面積統計表

県名	総流失面積(Km ²) (軽度土壤流出を含む)	土壤流失面積の県面積に 占める割合(%)
興国県	1555.3	48.7
南康県	855.1	46.2
信豊県	999.5	34.9
贛県	1144.8	33.2
4県合計	4554.7	-----

上記4県の中でも興国県の土壤流出量が特に多く、「江西土壤」によると興国県における現在までの土壤総流出量は、53.26百万トにも達するとされている。

(3) 土壤流出に伴う栄養塩類の流出

年間総土壤流出量と、荒廃した森林地域における紅壤の栄養塩の含有率を、紅壤の特性の項で述べた一般的な含有率から仮定し、1980年代の栄養塩類の年間総流出量を推定すると次のようになる。

表-10.4-3 江西省における土壤流出に伴う栄養塩類年間総流出量の推定値 (単位: t)

年代	磷 (含有量0.01%)	窒素 (含有量0.05%)	有機物 (含有率0.5%)
1950年代	4,700	23,500	235,000
1960年代	7,700	38,500	385,000
1970年代	9,200	46,000	460,000
1980年代	16,400	82,000	820,000

この表に示した土壤からの流出栄養塩類が全て鄱陽湖に流れ込むことはなく、かなりの部分が流達過程で吸着沈澱、脱窒、分解するものと考えられる。

(4) 土壤流出の発生しやすい母岩

土壤の重度流出地域の大半は、酸性完晶質岩類 (花崗岩類) 及び中生代白亜紀の紅砂岩類を母岩とする紅壤分布地域に発生している (江西省地質図参照)。これらの母岩は粒子が粗いため深部まで風化が及び易く、風化生成物は砂分を多く含む疎鬆なものとなる。このため、これらの土壤は耐侵食性に乏しく、植生等の被覆がなければ雨水により容易に侵食される。

一方、元古界や古生界の頁岩、千枚岩等の泥質岩は、岩石の構成粒子が細かく、一般に風化の深度が浅い傾向がある。従って、これら地層を母岩とする紅壤は薄く、粒子が細粒となる。このため、これらの地層が分布する地域では、土砂流出量が少ない傾向がある。

(5) 土壤流出対策

江西省では土壤流出を国家財産の重大な損失としてとらえ、省をあげてこの問題の解決に努力してきている。現在江西省で行っている土壤流出に対する対策としては、次のものがあげられる。

- ① 植栽工事 (植林工事)
- ② 砂防ダム築造等の山腹工事
- ③ 斜面耕地の階段耕地 (段々畑) への転換
- ④ その他

これらの対策のなかで最も効果が期待され、江西省で主流となっている対策は植栽工事である。江西省の紅壤研究所の研究によれば、紅壤分布地域において、植生による被覆率を30%から90%に上昇させることにより、土壤流出量を80%以上削減できるとの結果が得られている。この結果を次の表に示す。なお、この測定は降雨強度40mm/時の降雨の実測測定値であるとのことである。

表-10.4-4 植生被覆率による土壤流出量の比較 (斜面傾斜: 25度)

地被条件	植生被覆率 (%)	地表水流出量 (m ³ /ha)	流出係数 (%)	土壤流出量 (kg/ha)
6年生松林	90	293.5	10.01	877.9
自然荒地	30	1,386.3	41.11	4,004.3

しかし、一旦土壤が流失してしまった地域での植林作業には様々な困難がある。例えば花崗岩を母岩とする紅壤地域での実測例によると、植生が取り払われ土壤がむき出しの状態一度土壤流出が発生した場合には、土壤表面の有機物含有率が急激に下がり0.5%以下となる。このような重度土壤流出地域では、夏場の地表面温度が70度以上にまで上昇し、土壤水分も10%以下となる。

このような条件下では再び樹木が生育することは困難であり、一度破壊された森林の再生には多大の労力を要する。また、樹木が根付いたとしても、これが成長するまで待たなければならず、植栽工事の効果が現れるまでには10年以上の歳月を要する。

江西省では土壌流出地域に対し、植栽工事を主体とする様々な対策工事を長年にわたり実施してきており、1992年版の江西統計年鑑によると、1991年までに対策工事が実施された地域は14,656Km²に及んでいる。

10.5 鄱陽湖の浮遊砂

鄱陽湖の湖水中の浮遊砂つまり濁り成分が、どのような物質から構成されているのかを確認するため、浮遊砂のX線回析を行った。浮遊砂のX線回析は、中国地質産部江西省実験センターに依頼した。

(1) 採水地点、時期

鄱陽湖下流のST-6、および鄱陽湖上流のST-18の2地点から採水した。採水地点は第2章の水質・底質調査を参照されたい。採水は1992年5月下旬に行った。

(2) 試料作成方法

試料の作成は次の手順で行った。

- ① 湖水を真空濾過し、濾紙上にSS分(濁り成分)を付着させた。
- ② 濾紙に付着したSS成分を蒸留水で洗い流し、SS成分の濃縮懸濁液を作成した。
- ③ 濃縮懸濁液を数時間放置し底に沈んだ粗い砂分を取り除き、懸濁液の上澄みを遠心分離装置にかけ水とSS成分を分離した。
- ④ 分離したSS成分をガラス板に塗布し、定方位X線回析試料を作成した。

(3) X線回析方法

作成した試料につき、次に示す処理を加えX線回析を実施した。

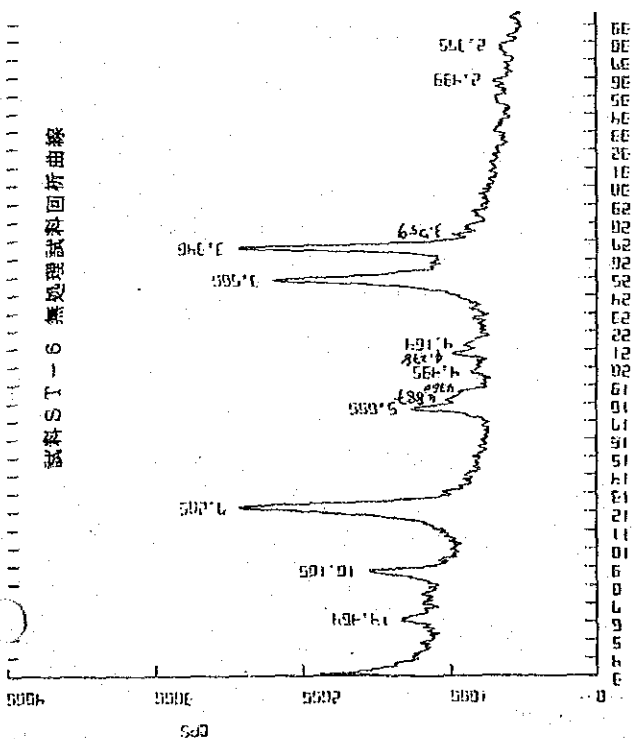
- 無処理
- 600度の熱処理
- エチレングリコール処理

(4) X線回析結果

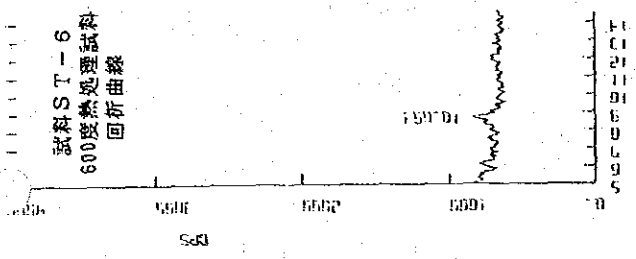
X線回析曲線を図-10.5-1に示す。この回析曲線に示されるように、両地点の無処理試料回析曲線はほとんど同一であり、両試料の回析曲線にはイライト、カオリナイト(水雲母、高嶺石)、緑泥石、石英と想定されるピークが共通して認められる。

600度の熱処理を加えた試料では、図-10.5-1の回析曲線に示すように両地点の試料とも7Å(7ナノメートル)付近の明瞭なピークが消失している。熱処理を加えることにより回析ピークが消失するということは、これが粘土鉱物の回析ピークであることを示しており、7Å付近に代表ピークを有する粘土鉱物はカオリナイト(高嶺石)である。このことから、両地点の試料にはカオリナイト(高嶺石)が含まれていると判定される。

エチレングリコール処理(乙二醇飽和処理)を施した場合、モンモリロナイト(蒙脱石)等の膨潤性粘土鉱物の結晶面間にエチレングリコール(乙二醇)の分子が入りこみ、結晶面の間隔が広がる。このため、モンモリロナイト(蒙脱石)等の膨潤性粘土鉱物をエチレングリコール処理(乙二醇飽和処理)した場合、14Å(14ナノメートル)付近の回析ピークが低角度方向に移動する現象が現れる。エチレングリコール処理(乙二醇飽和処理)し



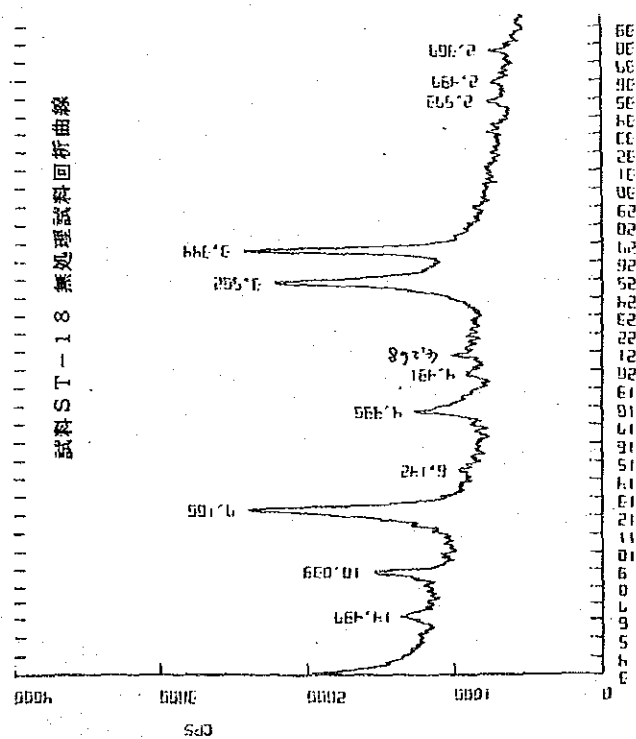
試料 ST-6 無處理試料回折曲線



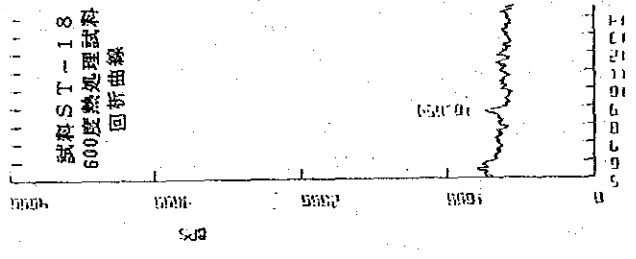
試料 ST-6
600度熱處理試料
回折曲線

試料 ST-6 X線回折條件

GEIGER FLEX RAD: Si^{max} 西
 TARGET/FILTER(MONOCHRO): Cu / Ni
 VOLTAGE/CURRENT: 35KV / 3.0 MA
 STEP WIDTH: 0.02DEG
 PRESET TIME: 0.25SEC
 ANGLE ZOOM: 1
 SMOOTHING: 10
 PEAK SEARCH: 15 16
 SLITS: DS/SS 1 DEG RS 0.3 MM
 DETECTOR :
 DATE : 1992.6.15
 OPERATOR : 蔣伯昌
 SAMPLE : JICA 翻陽湖浮遊砂 ST-6



試料 ST-18 無處理試料回折曲線



試料 ST-18
600度熱處理試料
回折曲線

試料 ST-18 X線回折條件

GEIGER FLEX RAD: Si^{max} 西
 TARGET/FILTER(MONOCHRO): Cu / Ni
 VOLTAGE/CURRENT: 35KV / 3.0 MA
 STEP WIDTH: 0.02DEG
 PRESET TIME: 0.25SEC
 ANGLE ZOOM: 1
 SMOOTHING: 10
 PEAK SEARCH: 15 16
 SLITS: DS/SS 1 DEG RS 0.3 MM
 DETECTOR :
 DATE : 1992.6.15
 OPERATOR : 蔣伯昌
 SAMPLE : JICA 翻陽湖浮遊砂 ST-18

圖-10.5-1 翻陽湖浮遊砂 X線回折曲線

た試料の X 線回折曲線では、両地点とも 14 Å (angstrom) 付近のピークの移動は認められなかった。このことから、両地点の浮遊砂にはモンモリロナイト (蒙脱石) 等の膨潤性粘土鉱物は含まれていないと判定され、14 Å (angstrom) 付近のピークは、非膨潤性の粘土鉱物である緑泥石のものであると鑑定される。

以上の回折結果から、両地点の浮遊砂を構成する鉱物種は次のように鑑定される。鉱物種はピーク強度の強い順番、つまり含有量の多い順番に記載している。

地点	含有鉱物種
ST-6	粘土鉱物:水雲母、高嶺石、緑泥石、三水鋁石 (微量) 非粘土鉱物:石英、長石 (微量)
ST-18	粘土鉱物:水雲母、高嶺石、緑泥石 非粘土鉱物:石英

(5) X 線回折結果の考察

水質分析の結果、鄱陽湖の湖水中の SS 成分 (濁り成分) は、その 80% 以上が無機物質より成り、残りの約 20% 程度は植物プランクトン等の有機物質より成ることが判明している。今回実施した X 線回折結果から、SS 成分の大半を構成する無機物質は水雲母、高嶺石、緑泥石を主体とする粘土鉱物より成ることが判明した。

10.3 の鄱陽湖流域の土壌で述べたように、鄱陽湖流域の土壌のほとんどは紅壤 (ラテライト) であり、紅壤の主要構成粘土鉱物は水雲母、高嶺石、緑泥石である。この様に鄱陽湖流域の土壌と、鄱陽湖の湖水中の SS 成分の鉱物組成がほぼ完全に一致することから、鄱陽湖の濁りは流域からの工場排水等に由来するものではなく、流域からの流出土壌によりもたらされていると結論付けられる。

1.1 测量

1.1 測量

1.1.1 深淺測量

鄱陽湖の水質汚濁シミュレーションに必要な湖底地形図を作成するため、深淺測量を実施した。なお、本測量に必要な下記資料を、江西省測繪局等より江西省環境保護局を通して入手した。

- 1) 縮尺1/250,000の陸域地形図
- 2) 縮尺 1/50,000の陸域地形図
- 3) 中国で使用されている測地系、地球楕円帯半径(a)及び偏平率(f)の資料
測地系 : Krassovsky(1948)
赤道半径 : 6378245km
偏平率 : 298.3
- 4) 現地調査時の湖口、星子、都昌、康山の水位の資料

(1) 現地調査における使用測地系及び測位座標

日本で使用されているBessel楕円帯を用いて現地調査を実施した。GPSで得られる緯度・経度データをBLXY変換し、調査における図面は任意座標(平面直交座標系)を採用し、下記の座標とした。

- 測地系 : Bessel(1841)
- 赤道半径 : 6377397.155km
- 偏平率 : 299.152813
- 原点座標 : 29°15'00"N 116°15'00"E
- 縮尺率 : 0.9999

(2) 使用資機材

深淺測量で用いた主要資機材の概要は、表-11.1-1、11.1-2及び11.1-3に示す通りである。また、機装図を図-11.1-1に示す。

表-11.1-1 調査に用いた船舶の概要

諸元/船舶	YAMAHA HT 0/B	水文局 10号
吨数	5 t 未満	50 t
全長	7.57m	約25m
幅	2.62m	約5m
定員	12人	15人(宿泊可)
最高速度	60km/h(30knot)	19km/h(9knot)
積載燃料	175L	不明
燃費	30Lit/h(20knot) 20Lit/h(10knot)	不明
喫水	1.36m	1.5m

表-11.1-2 調査に用いた測位装置の概要

諸元/船舶	YAMAHA HT 0/B	水文局10号
機器名	Magellan 1000PRO	GP-1250
製造会社	Magellan System Corp	古野電気(株)
精度	±25(HDOP≤1.75)	±15(HDOP≤3)
モード	2D	2D
受信チャンネル	2ch	2ch
更新周期	2~3秒	1秒
受信コード	C/A	C/A
受信周波数		1575.42MHz

表-11.1-3 調査に用いた測深機の概要

型式	TDM-9000		
測定範囲	0.5~50m(1/100)0.5~100m(1/200)	送信器出力	20W
測定精度	±2cm±水深×1/100	送受信周波数	200kHz
記録方式	感熱記録方式	ハ°-セントスケール	第1次-2.5%
指向角	半減半角3°	ハ°-セントスケール	第2次-3.5%

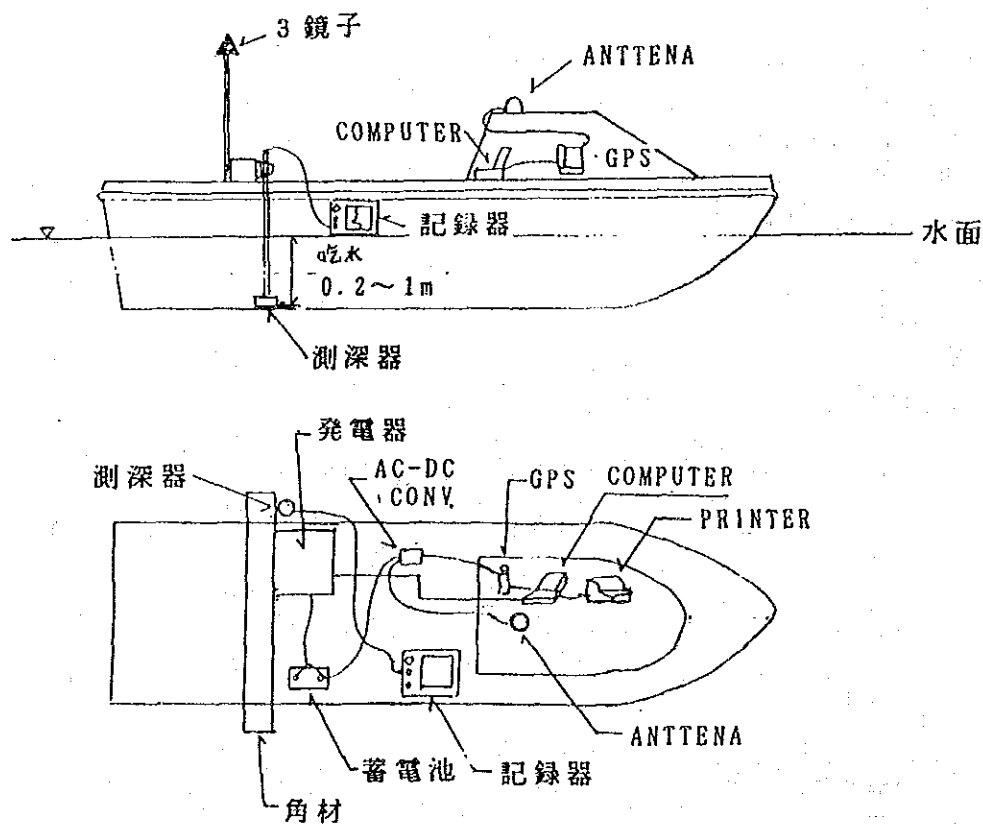


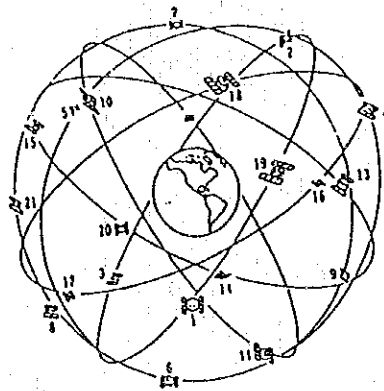
図-11.1-1 艦装図 (YAMAHA HT 0/B)

(3) 測位

測位は、汎地球測位システム (Global Positioning System, GPS) を用いて行われた。GPSは人工衛星による測位システムであり、現在、21個のGPS衛星が地球のまわりを周回している。自らの位置を算出するには2次元表示(2D-mode)で3個以上、3次元表示(3D-mode)で4個以上の衛星が受信機の上空に必要となる。衛星は自分の軌道情報を送信しており、受信機上空に飛来した時、衛星と受信機の測距を行う。受信機では3距離より正確な位置を算出する。GPS測位の概念図を図-11.1-2に示す。

深淺測量を実施した作業日程を表-11.1-4に示す。航走観測測線及び水質調査地点を図-11.1-3に示す。

GPSで得られた緯度・経度データをBLXY変換プログラム計算により任意座標を求め、湖底航跡図を作成した。この湖底航跡図(原図は1/200,000)を図-11.1-4に示す。また、主要な座標を表-11.1-5に示す。



(I) 地球上を周回するGPS衛星

静止衛星であるNNSS衛星とは異なる。

(II) GPS測位原理

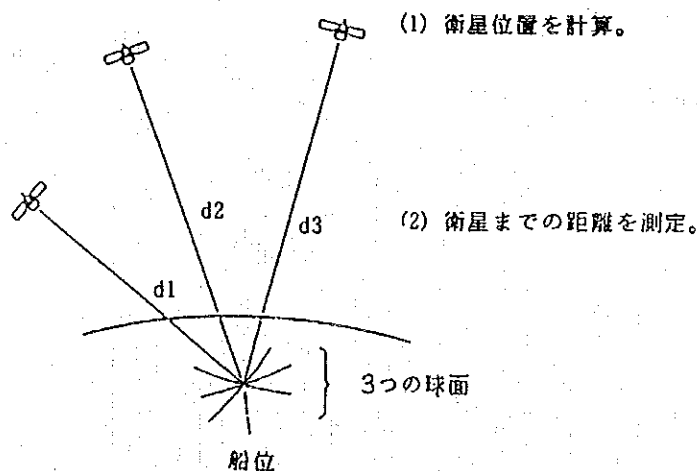
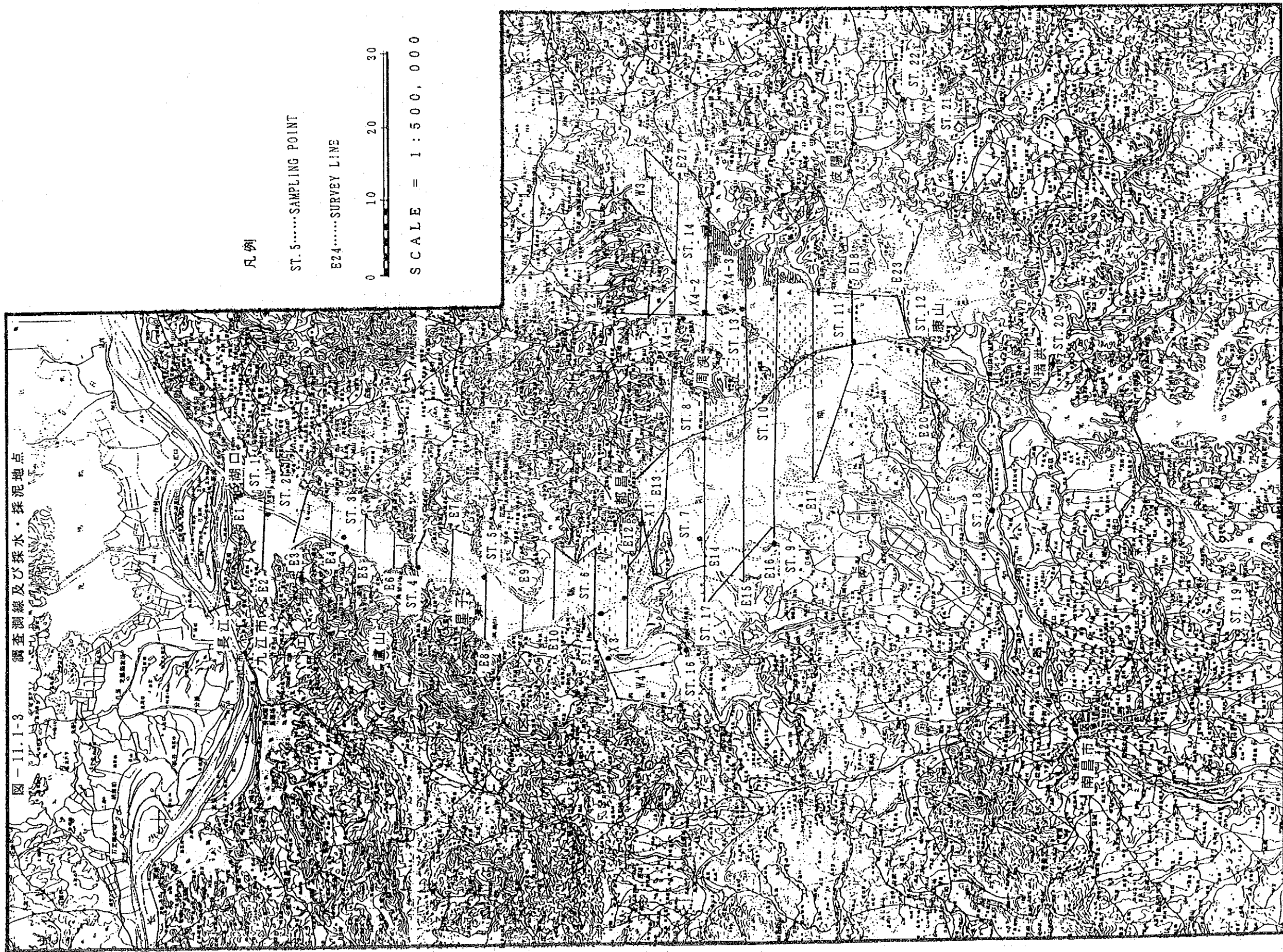


図-11.1-2 GPS測位概念図

表-11.1-4 湖上調查日程

日付	調査地	氷量/底層/湖底	流出	午度/分層/水陸層	PLANCKTON採取	深層測量/水質観測	河川橋断面測量
5/15	岸子	準備	準備	準備	準備	準備	
5/16	岸子	ST.3	ST.3	ST.3	ST.3	ST.3	
5/17	岸子	定天待機	定天待機	定天待機	定天待機	定天待機	定天待機
5/18	岸子	ST.1.2.4	ST.1.2.4	ST.4設置(16:10)	ST.1.2.4	E1.E2.E5.E6.E7.E8	
5/19	岸子	ST.5.6.7.X1	回収(8:19), ST.4設置(11:00)	回収(8:19), ST.4設置(11:00)	ST.5.6.7.X1	E9.E10.E11.E12.E13	
5/20	岸子	ST.8.9.10	回収(8:31), ST.10設置(16:00)	回収(8:31), ST.10設置(16:00)	ST.8.9.10	E14.E16	
5/21	岸子	ST.13	回収(9:57)	回収(9:57)	ST.13	E26.E15	
5/22	岸子	ST.11			ST.11	E17.18	柳江面支ST.18
5/23	岸子	ST.18.19			ST.18.19		柳江ST.19
5/24	岸子	ST.20			ST.20	E23	柳江面支ST.20
5/25	岸子	ST.21.22			ST.21.22		柳江面支ST.21, 柳江面支ST.22
5/27	岸子	ST.23.X2			ST.23.X2		柳江ST.23, 柳江X2
5/28	岸子	ST.16.17			ST.16.17	E24.航路	修水ST.16, 柳江面支ST.17
5/29	岸子	準備	準備	準備	準備	準備	
5/30	岸子	準備	準備	準備	準備	準備	
5/31	岸子	準備	準備	準備	準備	準備	
6/1	岸子	準備	準備	準備	準備	準備	
6/2	岸子	準備	準備	準備	準備	準備	
6/3	岸子	準備	準備	準備	準備	準備	
6/4	岸子	準備	準備	準備	準備	準備	
6/5	岸子	準備	準備	準備	準備	準備	
6/6	岸子	準備	準備	準備	準備	準備	
6/7	岸子	準備	準備	準備	準備	準備	
6/8	岸子	準備	準備	準備	準備	準備	
6/9	岸子	準備	準備	準備	準備	準備	
6/10	岸子	準備	準備	準備	準備	準備	
6/11	岸子	準備	準備	準備	準備	準備	

图-11.1-3 调查测线及采样地点



凡例

ST. 5.....SAMPLING POINT

E24.....SURVEY LINE

0 10 20 30

SCALE = 1:500,000

表-11.1-5 主要地点の緯度・経度及び任意座標 (T M X Y)

地点/項目	緯 度	経 度	T M - X	T M - Y
九江環保局	29° 43' 58.9 "	116° 00' 13.8"	51708	-23813
湖口港	29° 44' 9.7"	116° 12' 36.3"	53862	-3860
星子港	29° 26' 18.8"	116° 2' 23.7"	20915	-20379
都昌港	29° 15' 29.3"	116° 11' 6.1"	903	-6314
康山船着場	28° 53' 15.4"	116° 25' 7.6"	-40147	16458

但し、GPSの精度より1秒及び50mの誤差が生ずる。

(4) 測深

測深作業には、音響測深器(TDM-9000)を使用した。実水深を算出する際の音速補正を行うために、各次調査においてパーチェックを実施した。使用パーセント・スケールは、1次調査が-2.5%、2次調査が-3.5%である。標高値は、調査日の星子における水位から実水深を差し引いたものであるが、後日、湖口、都昌、及び康山の水位を入手し補正した。これらの標高値を航跡図上に展開し、水深図を作成した。

(5) 湖底地形

水深図及び5万分の1.25万分の1の地形図を基に、湖底地形図を作製した。鄱陽湖湖底地形の特色は、図-11.1-5の記録例に示すように、渇水期に河川または滞筋となるところ以外は平坦である。平坦地には、水草が生えており作業中も幾度となくスクレーパー及び測深器のパイプレーターに絡まった。図-11.1-6に測深記録における水草の反射波を示す。このようにして作製された湖底地形図を図-11.1-7に示す。

E 6 測線

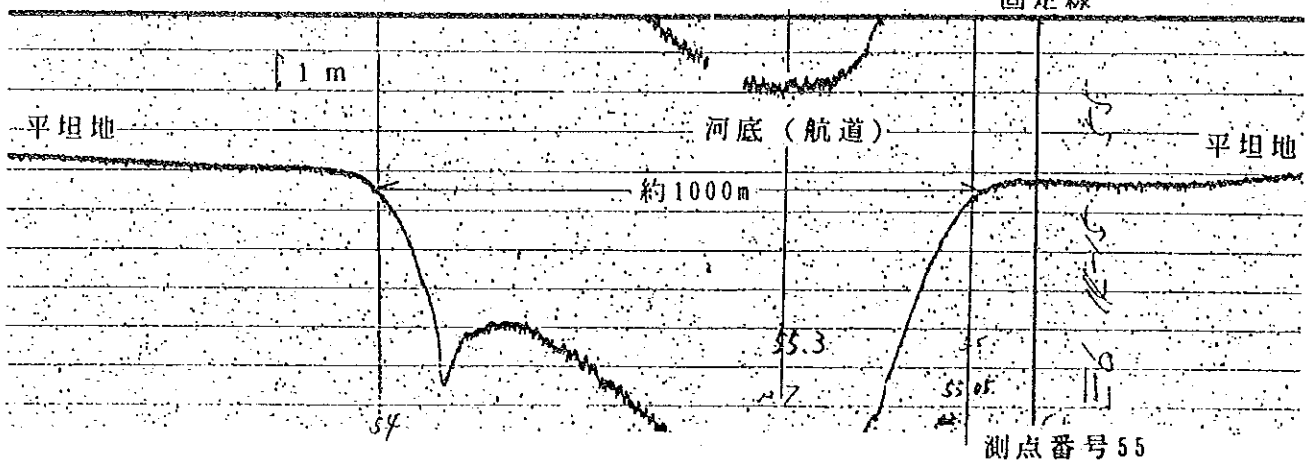


図 - 11.1-5 鄱陽湖における特徴的な地形例

E 1 5 測線

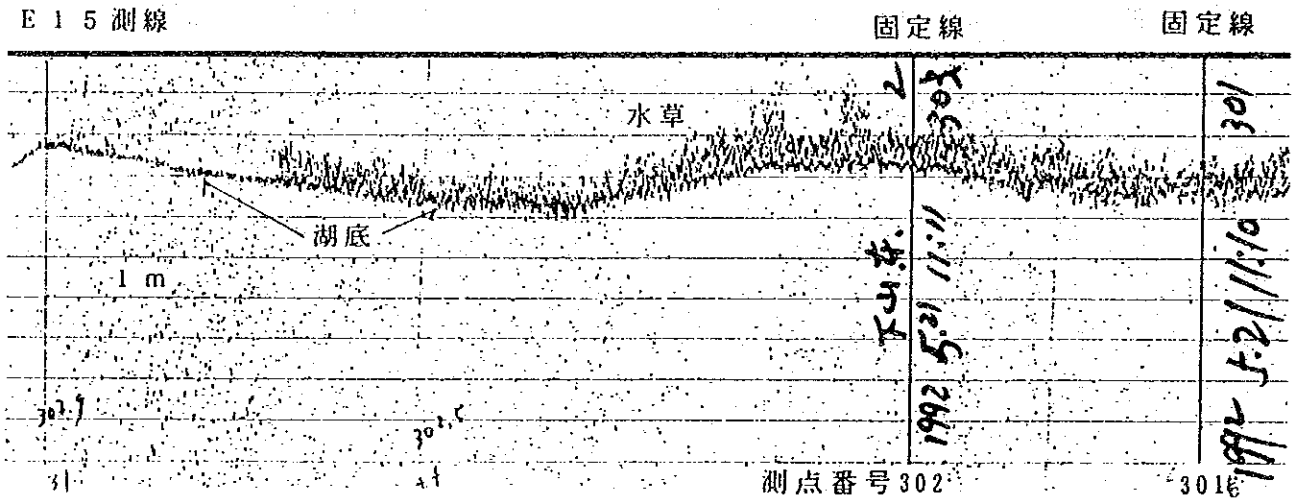


図 - 11.1-6 湖底水草による反射波



- 凡例
- 湖心
 - 湖岸
 - △ 湖岸
 - 湖心
 - 湖岸
 - △ 湖岸
 - 湖心
 - 湖岸
 - △ 湖岸
 - 湖心
 - 湖岸
 - △ 湖岸
 - 湖心
 - 湖岸
 - △ 湖岸

● 注 意
 ① 法：平面位置換算法(UTM法)
 ② 測 高：Datum
 ③ 測 高基準面：2°15'00"N, 116°15'00"E
 ④ 測 高基準点：天保山(-0.000m)

本図の作成は1985年に工務省測量研究所作成した1:50,000
 1:25,000地形図に基き作成した。この地形図は、工務省測量研究所
 測量の作成は、工務省測量研究所測量課測量課作成
 した。1:500,000地形図測量課作成した。



縮 尺	1:500,000
測 定 年 月 日	1992年4月~7月

図-11.1-7 湖底地形図

11.2 河川断面測量

鄱陽湖に流入する主要河川の流量を求めるため、河口部の河川断面測量を行った。

(1) 使用資機材

深淺測量で使用した小型船舶YAMAHA、GPS、及び測深器の他に表-11.2-1及び表-11.2-2に示す機材を使用した。

表-11.2-1 調査に用いた光波測距儀

型式	ATLAS LARA 90		
作動距離	4500m (3 鏡子)	波長	0.905 μ m
精度	$\pm 0.05\% \pm 0.5$ m	ビーム幅	0.155°
分解能	0.1 m	寸法：重量	290*240*82mm ³ :3.7kg

表-11.2-2 調査に用いた無線機

型式	Panasonic RJ-310 Z	STANDARD
出力	500mW	4W
周波数	CH-1 26.968MHz CH-2 26.976MHz	

(2) 現場調査

河川断面測量は、表-11.1-4に示したように、長江及び流入5河川の14断面について実施した。図-11.1-1に河川断面測量作業方法を示す。河川横断の兩岸の位置はGPSによる測位を行った。陸上の光波測距儀操作員と連絡係が、50m毎に測量船に連絡し、船上では測深器操作員が指示にしたがって固定線を入れた。測定された断面図を図-11.2-2に示す。

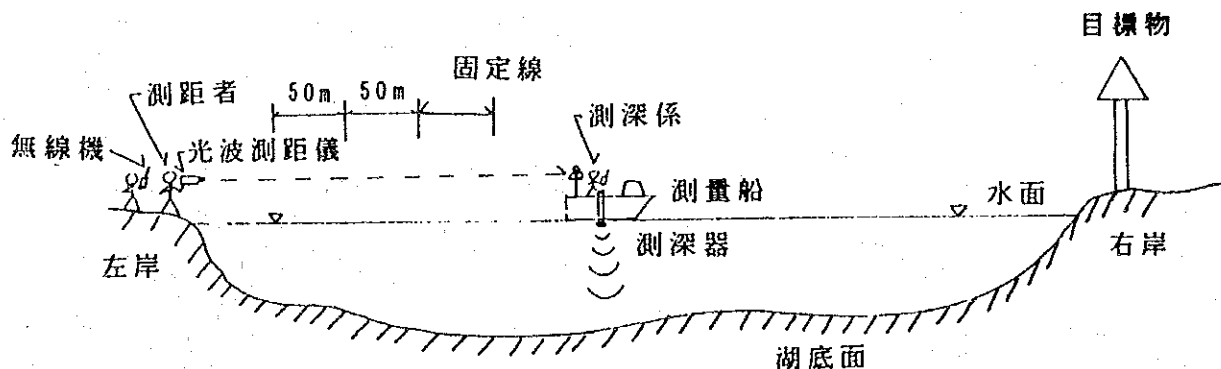


図-11.2-1 河川断面測量

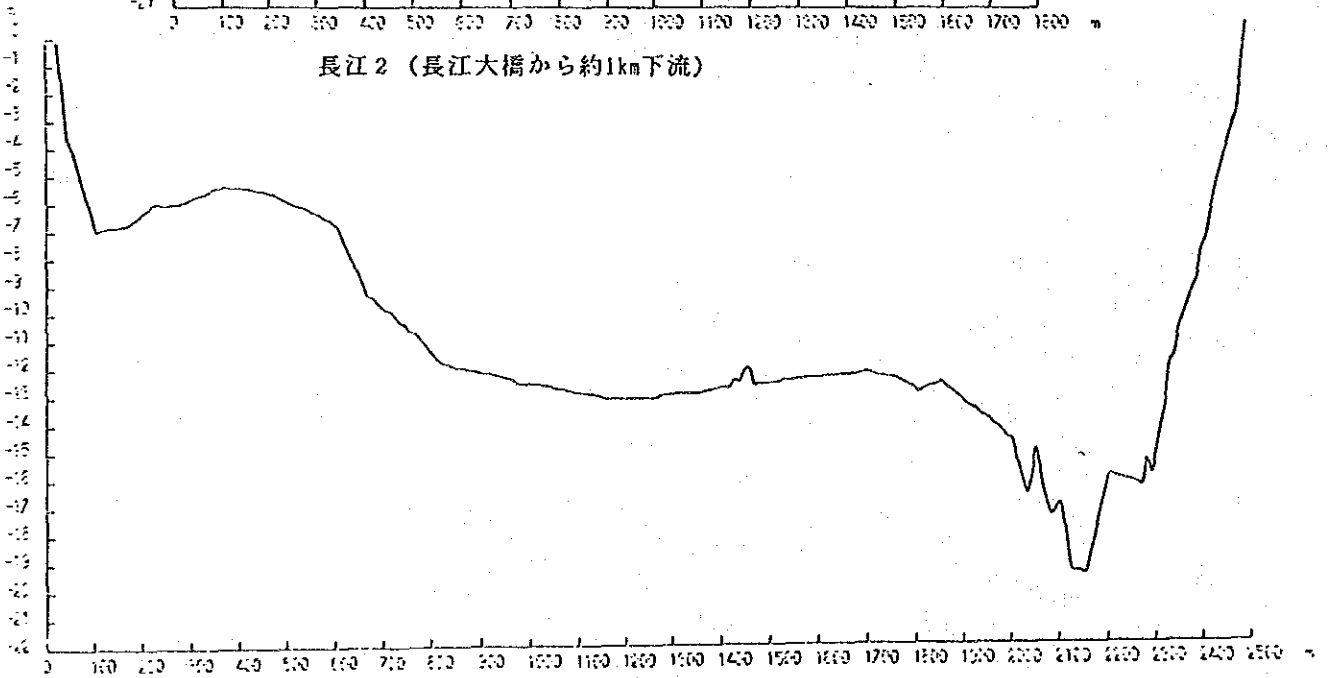
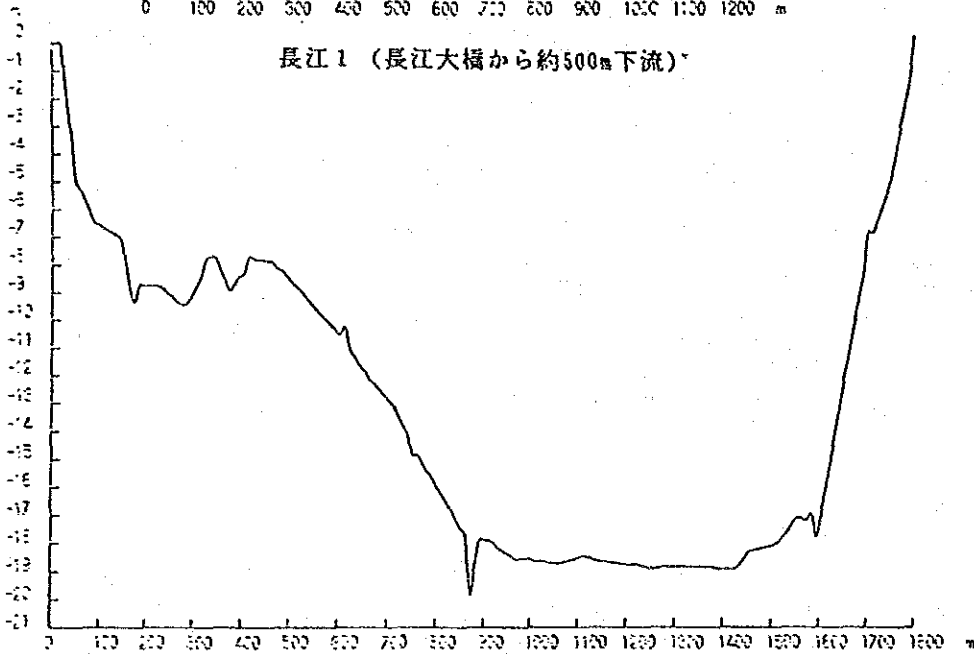
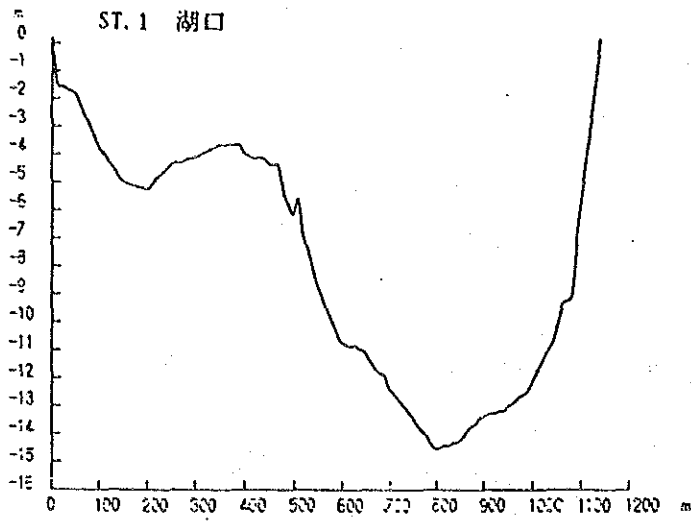
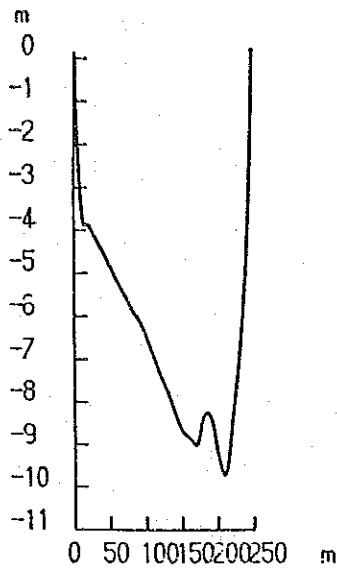
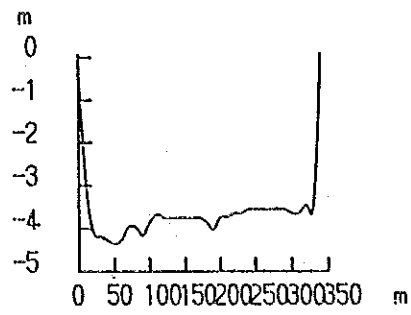


図-11.2-2 河川断面図(その1)

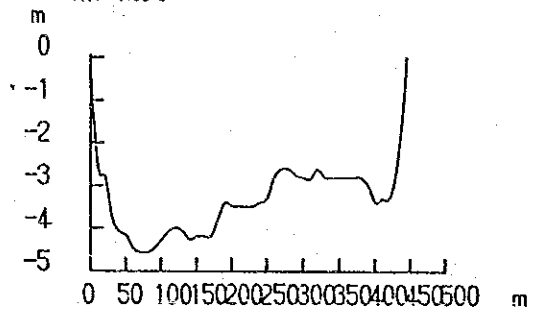
ST.16 修水



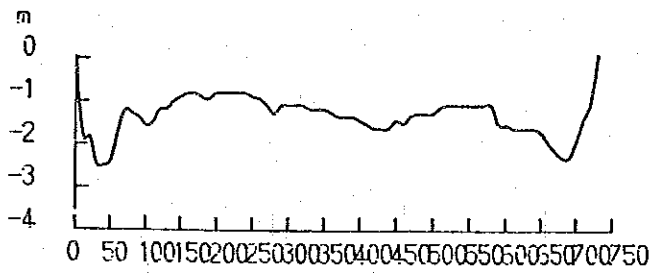
贛江南支1



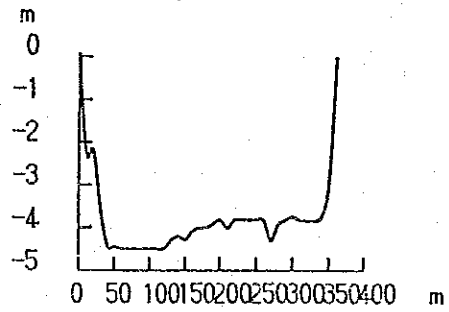
贛江南支2



ST.19 撫江



ST.18 贛江南支3



ST.17 贛江西支

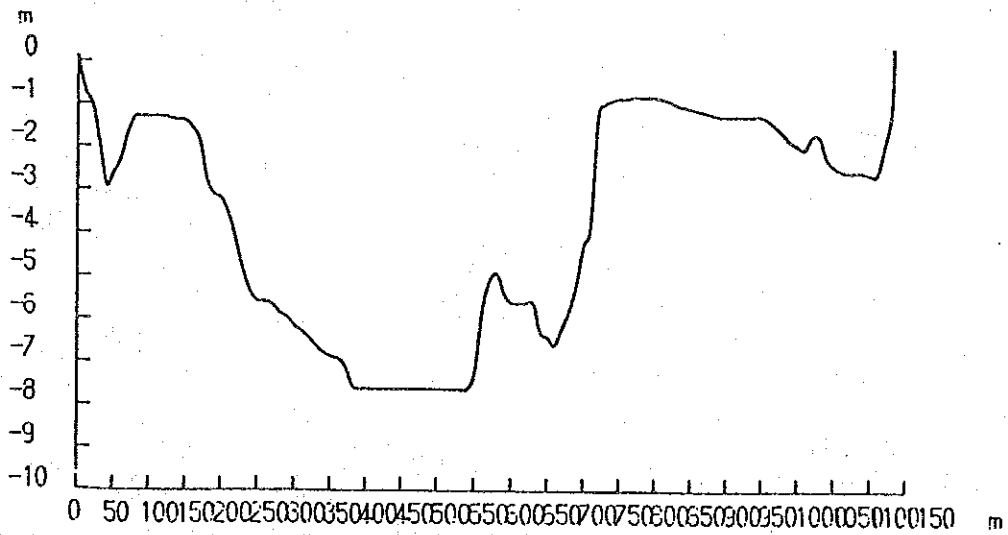
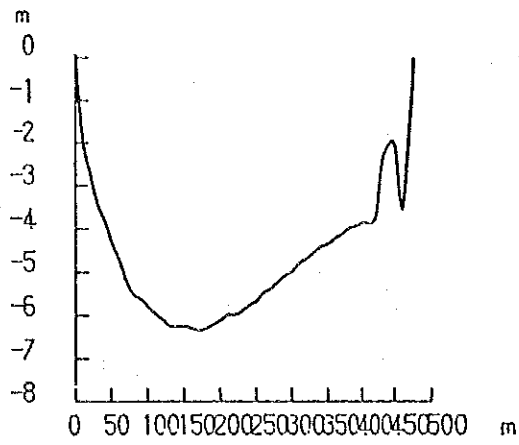
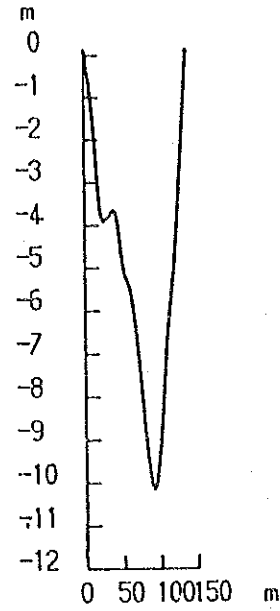


図-11.2-2 河川断面図(その2)

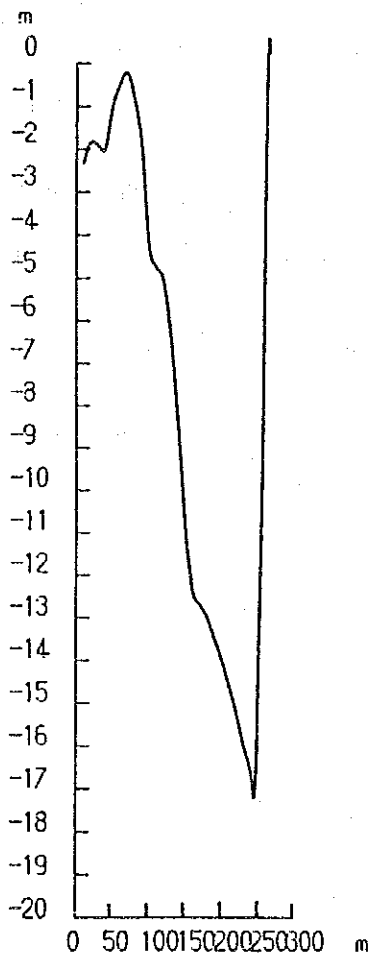
ST. 20 信江西支



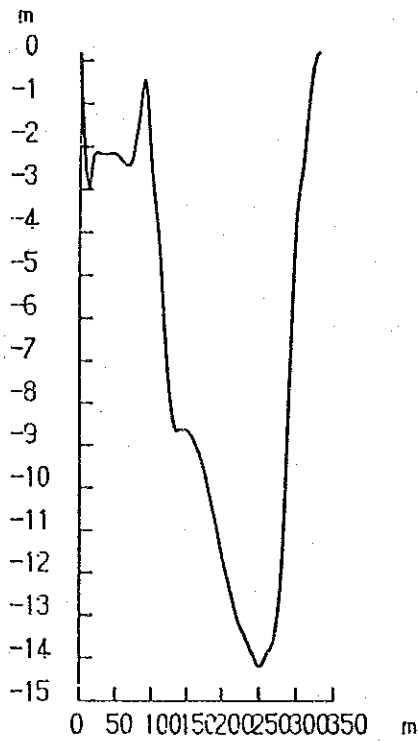
ST. 21 信江東支



ST. 22 桑安河



ST. 23 昌江



ST. X2 鏡河

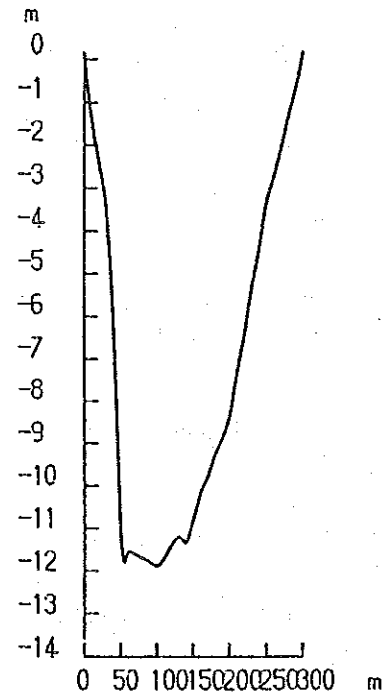


図-11.2-2 河川断面図(その3)

第2編 ランドサット画像解析

第2編 ランドサット画像解析

目次

	頁
1 画像作成	2001
1.1 作成画像の一覧	2001
1.2 画像作成の手法	2006
1.3 既損資料の収集	2010
2 後背地植生の解析	2011
2.1 後背地植生の解析方法	2011
2.2 後背地植生の概要	2011
2.3 後背地植生の分布状況	2015
3 水生生物の分布	2023
3.1 水生植物の解析	2023
3.2 水生植物の分布	2024
4 水環境の解析	2032
4.1 湖水域変化	2032
4.2 水温分布の解析	2040
4.3 濁度分布の解析	2044
5 流域区分	2056
6 土壌分布の解析	2058
6.1 土壌分布の解析手法	2058
6.2 土壌分布	2061

第2章 ランドサット画像解析

1 画像作成

1.1 作成画像の一覧

中国江西省に位置する鄱陽湖の水質保護対策を計画するための基礎資料を得るため、鄱陽湖及びその周辺地域を対象とし後背地植生分布図、流域区分図、土壤区分図、水生生物分布図の作成や湖水域、濁水分布等の水環境解析を目的として、ランドサットとNOAAの人工衛星データから解析画像を作成した。

(1) 対象地域

後背地植生分布図、流域区分図の作成は、鄱陽湖を含む江西省全域とする。但し、流域区分図については湖周辺の約10,000km²についても行った。

水生生物分布図、土壤区分図、湖水域、濁水分布調査は、湖周辺約10,000km²の範囲とした。

(2) 収集データ

(a) ランドサットデータ

鄱陽湖を含む江西省全域をカバーする画像のPATH-ROWは以下のとおりである。PATH-ROWの位置は次頁を参照。

PATH-ROW	シーン数
1 2 0 - 3 9 (1 2 9 - 3 9)	1
1 2 0 - 4 0	1
1 2 0 - 4 1	1
1 2 1 - 3 9 (1 3 0 - 3 9)	1
1 2 1 - 4 0	1
1 2 1 - 4 1	1
1 2 1 - 4 2	1
1 2 1 - 4 3	1
1 2 2 - 3 9	1
1 2 2 - 4 0	1
1 2 2 - 4 1	1
1 2 2 - 4 2	1
1 2 2 - 4 3	1
1 2 3 - 4 0	1
1 2 3 - 4 1	1

計15シーン

* () 内はランドサット5号以前(1983年以前)のPATH-ROWであり、そのデータを代用したことを示す。

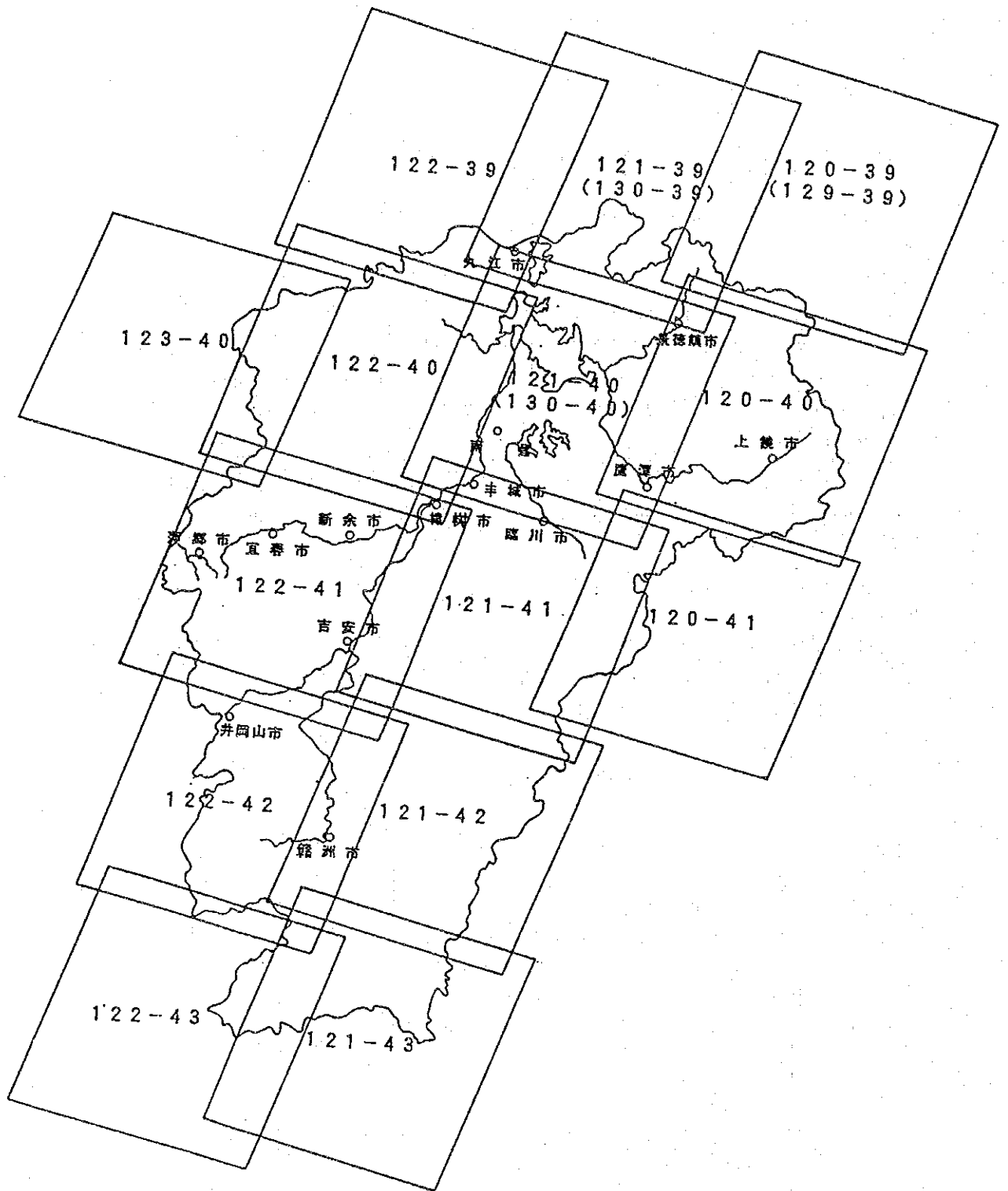
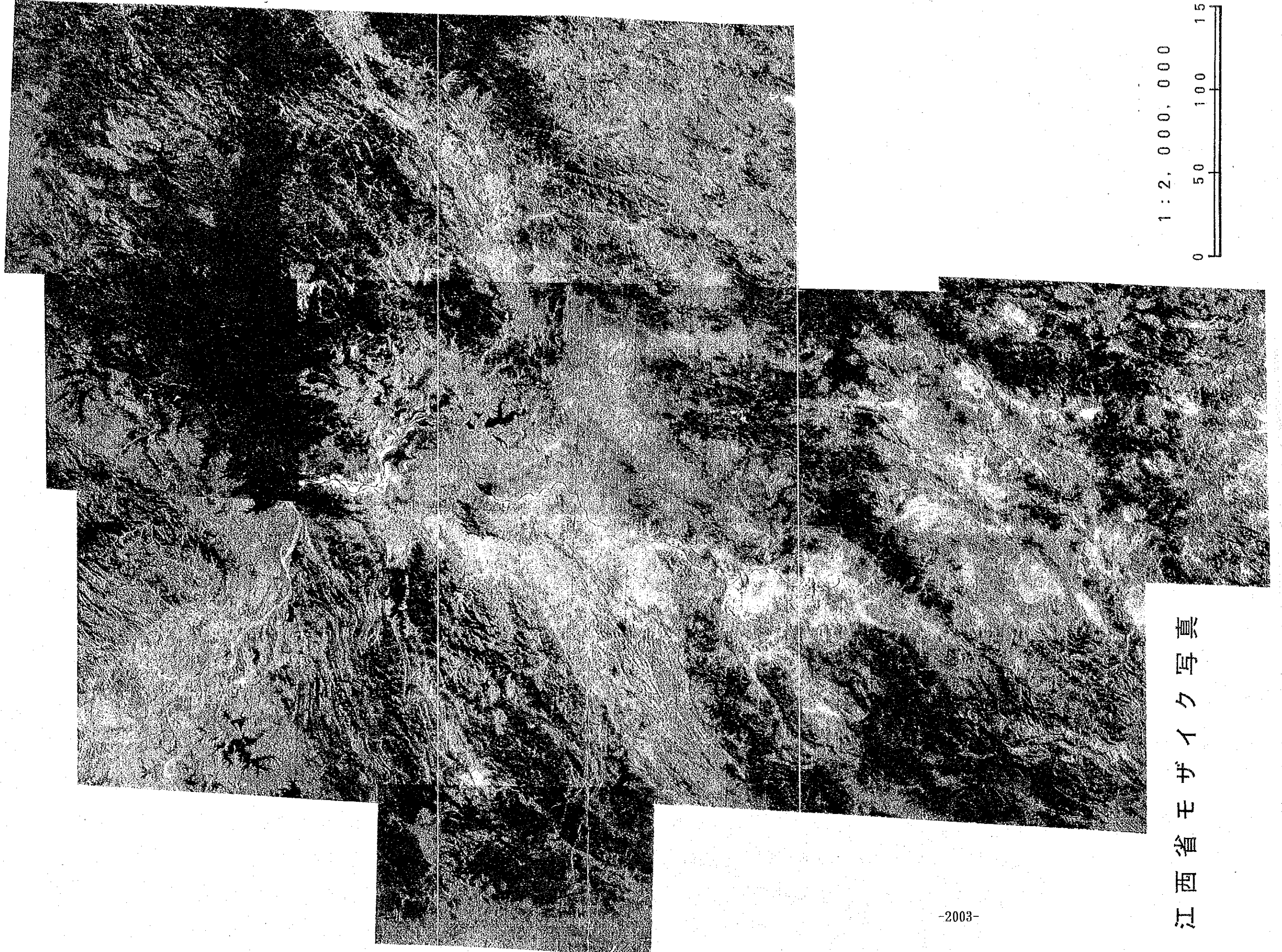
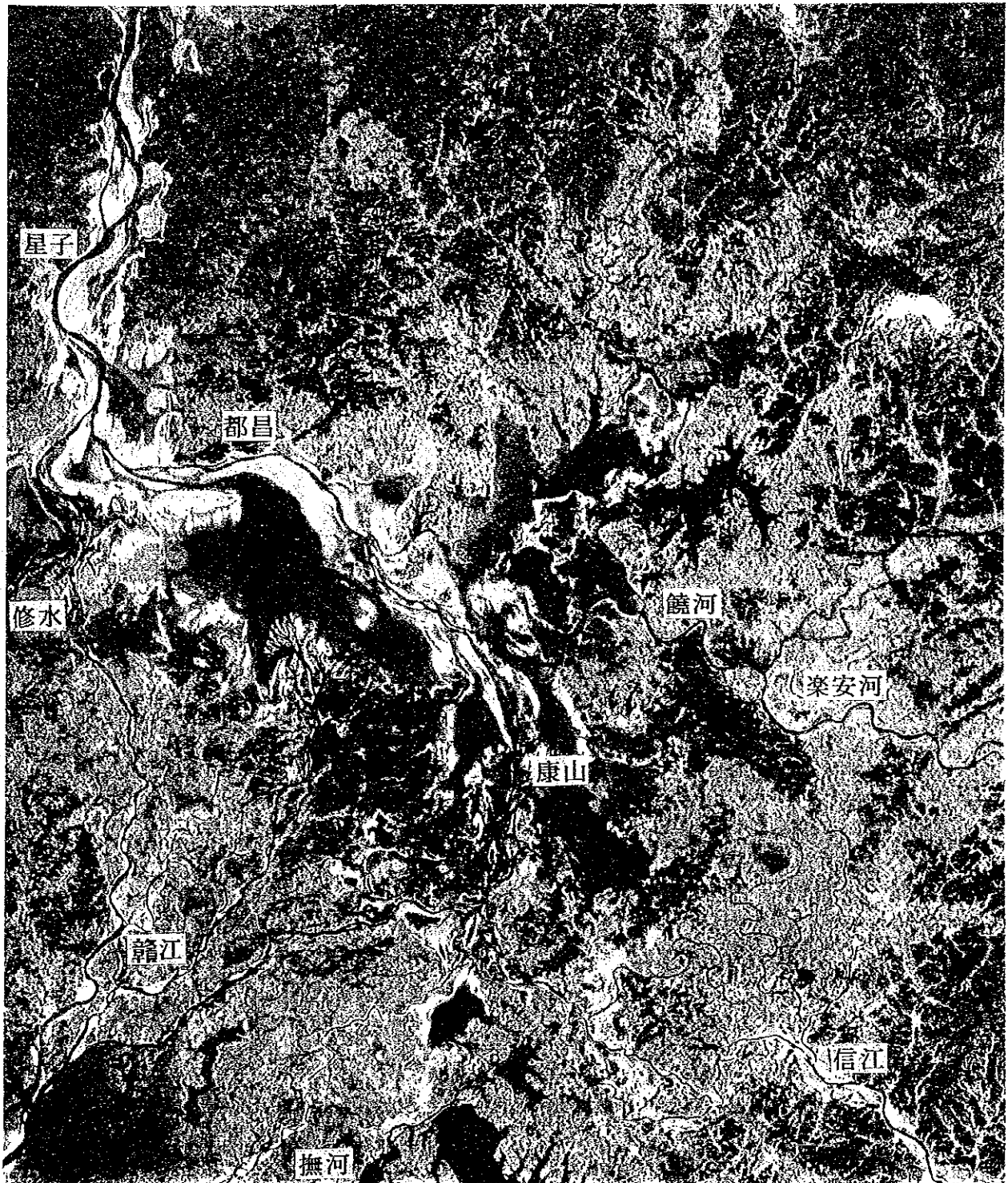


図-1.1-1 ランドサット解析画像の位置図(数値はランドサットのPATH-ROW番号を示す)



1:2,000,000
0 50 100 150

江西省毛泽东写真



鄱陽湖周辺の拡大写真

なお、湖を中心とするPATH-ROW121-41のシーンとその北側の長江のPATH-ROW121-39は、季節変化を考慮するためにランドサット5号以前のデータを以下のように利用した。

PATH-ROW	時期数
121-39 (130-39)	9
121-40 (130-40)	16

CCTテープは、鄱陽湖をカバーする1シーンである。

PATH-ROW	シーン数
121-40	1

(b) NOAAデータ

NOAAデータについては、鄱陽湖及びその周辺をカバーし、対象域に雲がないと想定される20シーンである。

1.2 画像作成の手法

(1) CCT処理画像の作成

鄱陽湖の水質保全対策を計画するための基礎資料を得るための後背地の植物分布図作成、汚濁調査、湖流調査、地形・地質調査等の一環として、ランドサットTM1シーン、NOAA4シーンについてCCT（コンピュータ適合テープ…電子計算機で処理可能なデータ）処理画像作成を実施した。

なお、ランドサットTMは地上解像度が30m（熱バンドは120m）、NOAAは1kmであることより、TMデータは湖水表面温度および濁りの解析、NOAAデータは湖水域の季節変化把握等に利用した。

(a) 使用データ

・ランドサットTM

CCT処理（デジタル画像処理）は鄱陽湖1シーンとし、既存取得データのうち雲量0のデータを検索した結果、以下に示す1シーンのみしか該当しなかったため、これを処理することとした。

PATH-ROW	観測年月日
121-40	88. 11. 1

・NOAAデータ

NOAAデータについては雲の有無や割合が記されたデータがないため、気象衛星ひまわりなどのデータをもとに、対象域に雲がないと想定される20シーンを季節を考慮して選定し、購入した。

購入したシーンを以下に示す。なお、本調査に近い時期のデータという意味ですべて1991年のデータから選定した。

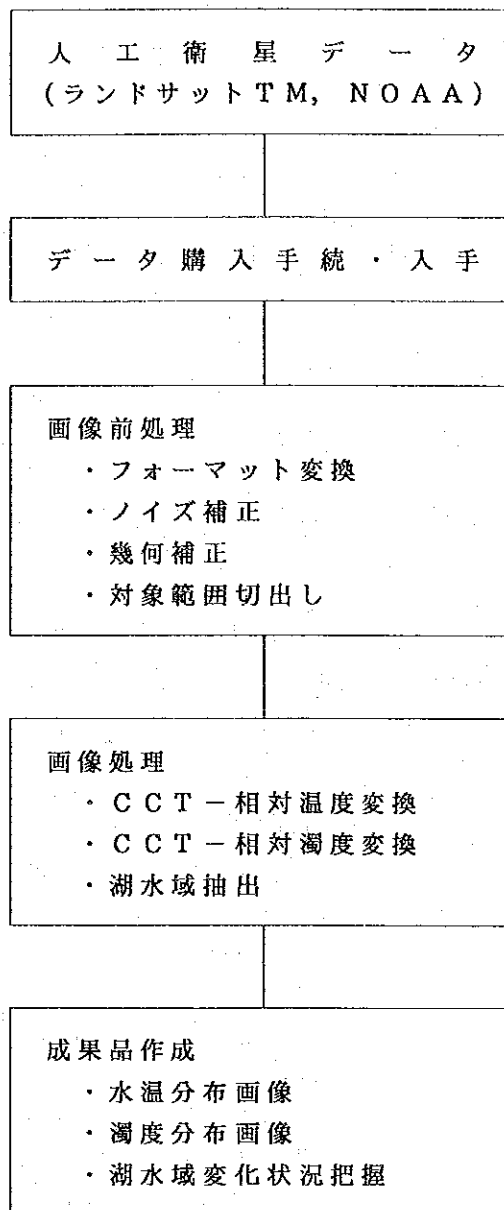
2. 23	4. 20	5. 14	5. 25	6. 1
6. 27	7. 16	7. 23	8. 8	8. 17
8. 29	9. 14	9. 20	10. 1	10. 10
10. 20	11. 3	11. 19	12. 7	12. 14

なお、解析はこれらのデータを画像処理して雲の状況や画像の質をチェックし、解析に適した4シーンを選定して実施した。

(b) 画像作成方法

ランドサットTMおよびNOAAの画像処理は、以下の過程で実施した。

なお、水温および濁度画像作成の詳細については後述する。



1) 画像前処理

画像解析装置で処理可能な形式へのデータ変換，ノイズの除去，地図にあった画像を作成するための幾何的補正などを実施した。

2) 画像処理

画像データは人工衛星に搭載された検知器が捕らえた地球表面から反射された，あるいは放射されたエネルギーを量子（数値）化したものであり、これを人間が判読できるようにコンピュータ処理して画像用データを作成した。

3) 成果品作成

コンピュータ処理結果をもとに、フォトプリンターで水温分布画像や濁度分布画像を作成した。

(2) フィルム画像の作成

鄱陽湖及びその周辺の後背地植生、流域区分、土壌、水生植物、水環境のそれぞれの分布図作成のために、入手したランドサットデータからフィルム画像を作成する。

(a) 画像の選定

1) 後背地植生

江西省全域をカバーするTM, MSSナチュラルカラーを1シーンずつ選定した。

2) 流域区分

江西省全域をカバーするTM, MSSナチュラルカラーを1シーンずつと、さらに鄱陽湖を中心としたPATH-ROW121-40を1シーン選定した。

3) 土壌

鄱陽湖を中心としたPATH-ROW121-40のTMナチュラルカラーを選定した。

4) 水生植物

土壌に準ずる。

5) 湖水域及び湖流

鄱陽湖を中心としたPATH-ROW121-40のTMナチュラルカラー1シーンと季節変化を考慮したMSS白黒1シーン10時期を以下のように選定した。

PATH-ROW	撮影時期	バンド
121-40 (130-40)	' 88. 12. 19	2, 3, 4の合成
	' 83. 2. 5	5, 6
	' 82. 8. 9	5, 6
	' 82. 10. 20	5, 6
	' 81. 5. 16	5, 6
	' 81. 6. 21	5, 6
	' 81. 9. 19	5, 6
	' 81. 12. 9	5, 6, 7
	' 78. 7. 7	5, 6
	' 76. 4. 27	5, 6
' 76. 10. 6	7	

(b) 画像の作成

江西省全域をカバーするものについては、縮尺1/50万、鄱陽湖及びその周辺の約10,000km²をカバーするものについては縮尺1/20万の解析用画像を作成した。

詳細については、表1.1-1に示す。

表-1.1-1 作成画像一覧

PATH-ROW	後背地植生 50万分の1	流域区分 50万分の1	流域区分 20万分の1	土壌 20万分の1	水生植物 20万分の1	水環境 20万分の1
120-39 (129-39)	○	○				
120-40	○	○				
120-41	○	○				
121-39 (130-39)	○	○				
121-40 (130-40)	○	○	○	○	○	○
121-41	○	○				
121-42	○	○				
121-43	○	○				
122-39	○	○				
122-40	○	○				
122-41	○	○				
122-42	○	○				
122-43	○	○				
123-40	○	○				

1.3 既存資料の収集

各解析図の基準を作成するために下記のような資料を収集し、解析に用いた。

- | | | |
|--------------------|---------|-------------------------------|
| 1) 鄱陽湖研究 | 1988.6 | 上海科学技術出版社出版 |
| 2) 江西土壤 | 1991.10 | 中国農業科学技出版社 |
| 3) 中華人民共和国地質図集 | 1980.6 | 中国地質科学研究院 |
| 4) 中国土壤図集 | 1989.10 | 中国科学院南京土壤研究所
地圖出版社 |
| 5) 江西省国土資源地圖集 | 1989.10 | |
| 6) リモートセンシング・ノート | 1977.6 | 日本リモートセンシング研究会 |
| 7) リモートセンシング工学の基礎 | 1984.10 | 星仰 森北出版 |
| 8) 地球観測データ利用ハンドブック | 1986.10 | 宇宙開発事業団
地球観測センター |
| 9) 海洋のリモートセンシング | 1982.9 | 共立出版 |
| 10) コンピューター画像処理入門 | 1985.3 | 田村秀行 総研出版 |
| 11) 環境科学 I | 1990.2 | 河村武・岩城英夫 朝倉書店 |
| 12) 環境科学 II | 1990.2 | 河村武・岩城英夫 |
| 13) 環境科学 III | 1990.2 | 河村武・岩城英夫 |
| 14) 湖沼科学 | 1990.3 | 岩佐義明 山海堂 |
| 15) 河川汚濁のモデル解析 | 1989.4 | 國松孝男・村岡浩爾
抜報堂出版 |
| 16) 公害防止の技術と法規 水質編 | 1984.6 | 通商産業省立地公害局
社団法人 産業公害防止協会 |
| 17) 水資源のソフトサイエンス | 1989.10 | 千賀祐太郎 鹿島出版会 |
| 18) 公害の理論 | 1974.6 | 木村恒行 朝倉書店 |
| 19) 公害概論 | 1971.11 | 設楽正雄 オーム社 |
| 20) 土壤汚染の機構と解析 | 1979.10 | 渋谷政夫 産業図書株式会社 |
| 21) 地域開発と水環境 | 1990.10 | 信州大学
地域開発と環境問題研究班
信山社出版 |
| 22) 水と気象 | 1989.2 | 梶根勇 朝倉書店 |
| 23) 水環境の保全と再生 | 1987.10 | 虫明功臣 他 山海堂 |
| 24) 江西水生高等植物 | 1989.3 | 上海科学技術出版社 |
| 25) 現代中国データブック | 1992.6 | 平田幹郎 古今書店 |
| 26) 現代中国の構図 | 1989.2 | 諏訪哲郎 古今書店 |
| 27) 現代中国の地誌 | 1988.4 | 衛傑文 他 古今書店 |
| 28) 中国の自然地理 | 1988.7 | 東大出版 |
| 29) FRONT 6 | 1992.6 | リバーフロント整備センター |
| 30) 中国水文地質図 | 1987 | 中国地圖出版社 |
| 31) 中国大地構造図 | 1983 | 中国地圖出版社 |
| 32) 西歐地震構造図 | 1981.6 | 中国地圖出版社 |

2 後背地植生の解析

2.1 後背地植生の解析方法

(1) 調査対象地域

鄱陽湖の集水域にあたるほぼ江西省全域を調査対象地域とし、画像を作成した。水質に影響を与える後背地としては、鄱陽湖周辺の丘陵、低山地域が想定されるが、上流の山岳地域からの流入量も大きいことが予想され対象として、流域全体を調査することとした。

対象地域は約160,000km²あり、ランドサット画像のシーン数は14シーンである。

(2) 衛星画像データの収集

後背地の植生を判読するためには、雲の影響が少なく、シーン数の多いことから季節が統一されていることが望ましい。また、植生区分を細分するには、植生情報の豊富な常緑期（概ね5月～10月）の画像が好ましい。

しかし、対象シーンのうちこれらの条件を満たすものは落葉期（渇水期）のものが多くことから、それらによって画像を作成した。

流域最北端の一部のシーン（2シーン）はMSSであるが、その他はTMデータである。

(3) 後背地植生解析画像の作成

収集したデータを利用し、次のように解析画像を作成した。

中国の衛星画像を利用した植生区分例は少く、判読の基準例がないことから熱帯地域等で多く利用されているナチュラルカラー合成写真を作成した。このほか植生区分にはフォールスカラーと呼ばれる近赤外領域を強調した画像を作成することもあるが、この解析では、地形、自然状態での発色なども判読上の重要な手がかりとなることから、自然発色に近いナチュラルカラー合成を選定した。

MSS写真はバンド4・5・7、TMカラー写真は2・3・4のバンドを用い合成画像を作成した。

解析画像の縮尺は1/50万とし、鄱陽湖周辺は基準設定のため縮尺1/20万の画像も作成した。植生区分の縮尺は国内の例でもMSSで最大で1/20万、TMでは1/10万程度であることから、対象地域が広い本調査では適切な縮尺といえる。

また、流域全体の植生をみるために縮尺1/100万のモザイク画像を作成し、流域区分の解析結果と併せて背景図用の画像とした。

2.2 後背地植生の概要

鄱陽湖流域全体の植生を、地形と土地利用の判読基準を組み合わせランドサットTM画像より読み取った。

流域全体の植生分布の集計結果は表-2.2-1のようになる。また、図-2.2-1、図-2.2-2に地形及び土地利用区分別の面積の比較を図-2.2-3、図-2.2-4に構成比の比較を示した。

植生で最も多いのは山岳地の樹林で流域の53%を占める。大半は常緑広葉樹林であり、高海拔地では針葉樹林の混交林や落葉性の広葉樹林がみられる。

次いで、平坦地の水面で流域の16%にみられる。南部では少ないが、北部に多く分布している。丘陵地には草地(5.8%)、林地(7.4%)、畑地(6.3%)がそれぞれ同程度の

比率で分布している。

水質との関係は丘陵地の植生が最も関連が深いと想定される。鄱陽湖周辺は丘陵地が多く草地や畑地また裸地化したところもみられたのが着目される。特に林地の面積は少なく、かつて可耕地に位置する森林が開かれたことが想定され、その後植林などにより再自然化が促進されているが、画像上で樹林を形成しているようなところは少ないと思われる。このようなところの樹林は、アカマツ、ニセアカシアなどが植栽されている。

また1/100万後背地植生図と土地利用図は付属資料を参照。

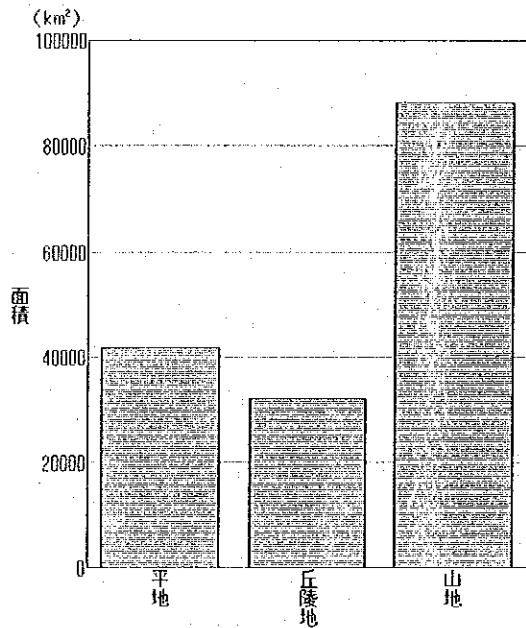


図-2.2-1 後背地の地形区分別面積

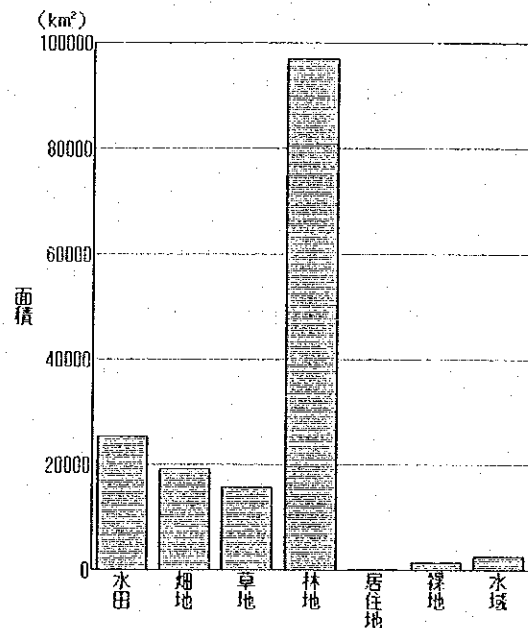


図-2.2-2 後背地の土地利用別面積

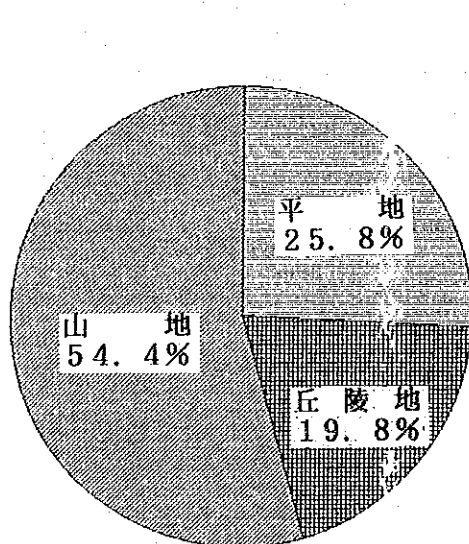


図-2.2-3 後背地の地形区分別構成比

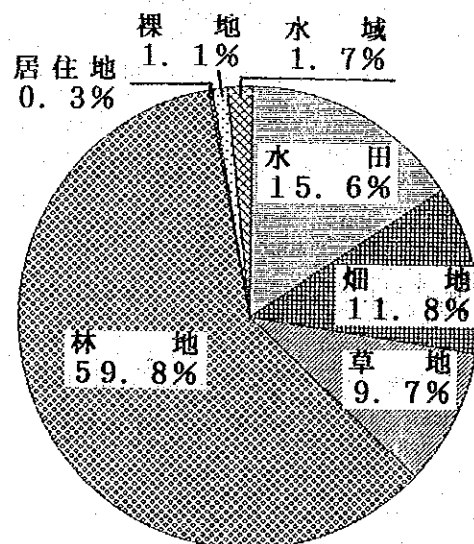
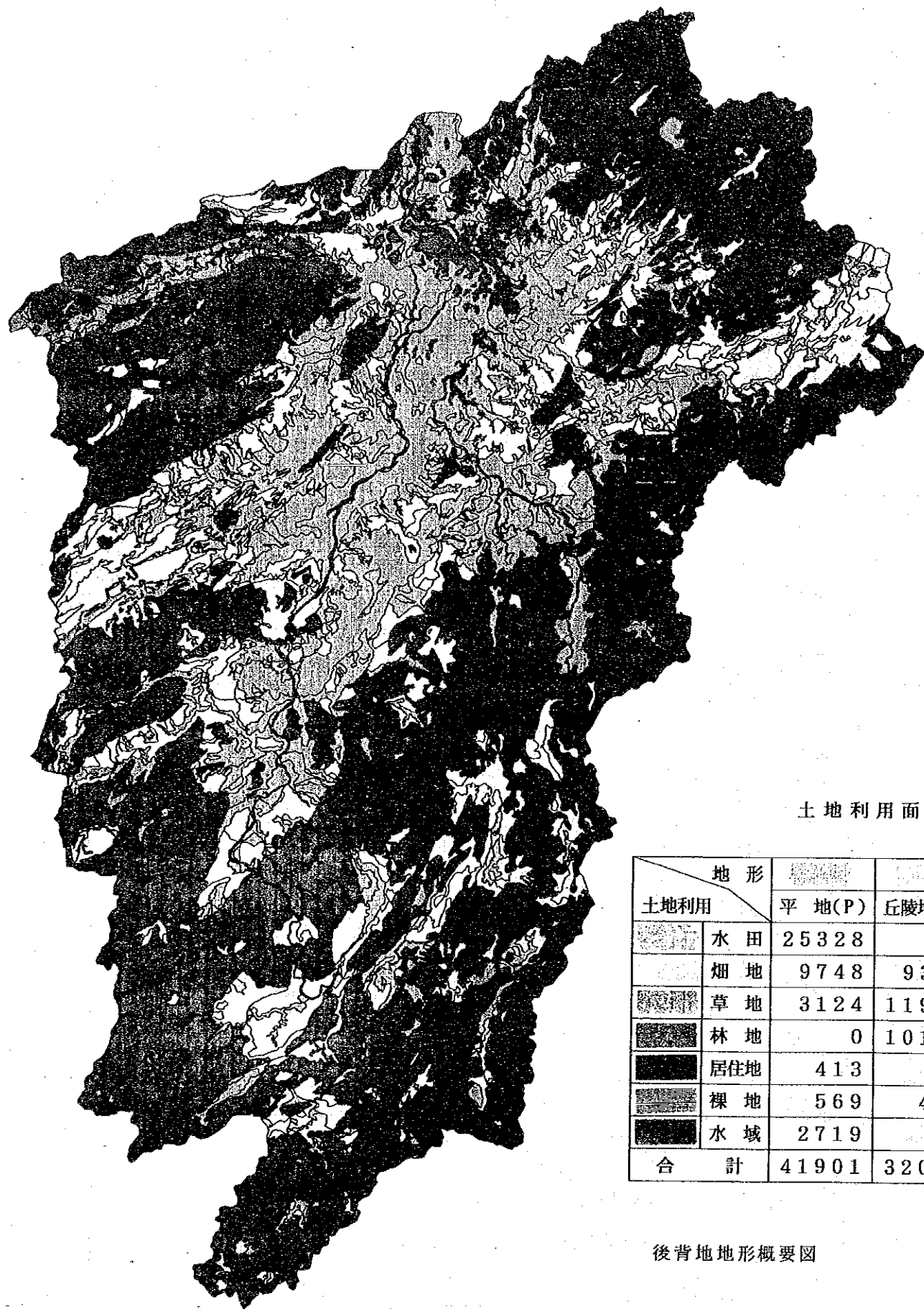


図-2.2-4 後背地の土地利用別構成比

表-2.2-1 後背地植生の概要

流域 区分	単 位	平 地						丘 陵 地						山 地						合 計			
		水田	畑地	草地	林地	居住地	裸地	水域	水田	畑地	草地	林地	居住地	裸地	水域	水田	畑地	草地	林地		居住地	裸地	水域
修水	km ²	671	1302	1022	0	12	0	259	0	240	661	271	0	15	0	0	0	61	8784	0	164	0	13462
流域	%	5.0	9.7	7.6	0.0	0.1	0.0	1.9	0.0	1.8	4.9	2.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.5	65.3	0.0	1.2	0.0	100
饒河	km ²	1092	0	0	0	82	0	0	76	641	672	0	0	1	0	0	0	226	10790	0	12	0	13892
流域	%	7.9	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.5	4.6	7.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	77.7	0.0	0.1	0.0	100
信江	km ²	2324	218	132	0	62	8	2	2269	1321	905	3	39	0	0	0	0	1	8217	0	34	0	15535
流域	%	15.0	1.4	0.8	0.0	0.4	0.1	0.0	14.6	8.5	5.8	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	52.9	0.0	0.2	0.0	100
撫河	km ²	2718	1631	107	0	14	4	107	560	846	436	2	0	46	0	0	0	43	9297	0	0	0	15811
流域	%	17.2	10.3	0.7	0.0	0.1	0.0	0.7	3.5	5.4	2.8	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.3	58.8	0.0	0.0	0.0	100
贛江	km ²	1672	805	0	0	27	0	20	3354	1798	1988	1	389	33	0	0	0	126	25576	0	251	0	36040
上流域	%	4.6	2.2	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	9.3	5.0	5.5	0.0	1.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.3	71.0	0.0	0.7	0.0	100
贛江	km ²	3560	1933	88	0	33	0	117	1039	1508	2460	9	24	2	0	0	0	4	15743	0	164	0	26684
中流域	%	13.3	7.2	0.3	0.0	0.1	0.0	0.4	3.9	5.7	9.2	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	59.0	0.0	0.6	0.0	100
贛江	km ²	5803	2071	420	0	43	43	167	594	3088	1880	0	4	6	0	0	0	20	4008	41	36	0	18224
下流域	%	31.8	11.4	2.3	0.0	0.2	0.2	0.9	3.3	16.9	10.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	22.0	0.2	0.2	0.0	100
鄱陽	km ²	7488	1788	1355	0	140	514	2047	1248	2080	1238	0	15	10	0	0	0	128	4525	0	1	0	22577
湖区	%	33.2	7.9	6.0	0.0	0.6	2.3	9.1	5.5	9.2	5.5	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	20.0	0.0	0.0	0.0	100



土地利用面積リスト

(km²)

土地利用	地形	平地(P)	丘陵地(H)	山地(M)	合計
水田		25328	0	0	25328
畑地		9748	9380	0	19128
草地		3124	11943	609	15676
林地		0	10150	86940	97090
居住地		413	15	41	469
裸地		569	486	662	1717
水域		2719	98	0	2817
合計		41901	32072	88252	162225

後背地地形概要図



後背地土地利用概要図

