

第6章 図面の作成及びエロージョン ハザードマップの作成・検証

第6章 図面の作成及びエロージョンハザードマップの作成・検証

6.1 地形図作成

2万分の1地形図の作成にあたって調査地域 670 方キロについての平面及び標高の基準点を含む所要のデータを得るため、下記の調査を実施した。

- 1) 新規の基準点測量
- 2) 標高の基準点に関する水準測量
- 3) 航空写真上の新規及び既存基準点の刺針
- 4) 図示すべき内容の現地確認作業

上記の各現場調査は再委託した南アフリカの測量会社である AOC が調査団の監督の下で実施したが調査地点は ANNEX F-1 に示す。

(a) 航空写真の購入

現場調査に先立ち、調査団は Blantyre 測量局に現地調査及び図化に必要な下記の既存測量データを注文し購入可能なデータを購入した。航空写真は縮尺 2 万 5 千分の 1、100 モデル（9 コース、109 枚）である。

- | | | |
|------------------------|-------|-------|
| 1) 図化用透明陽画フィルム | 1 セット | 111 枚 |
| 2) 密着プリント(1/25,000) | 4 セット | 444 枚 |
| 3) 刺針用部分 2 倍伸ばし焼付 23 対 | | 46 枚 |

なお、購入を予定していた 50cm × 50cm サイズ 2 倍伸ばし陽画については航空局に大型陰画紙の在庫が切れたため、調査に使える陽画は購入できなかった。

(b) 空中三角測量

空中三角測量は基準点の刺針成果及び簡易水準測量成果に基づき、調査地域約 700 平方キロを覆う全域について独立モデル法による解析ブロック調整により実施した。作業量と調整後の計算結果はつぎのとおりである。

- 1) 写真縮尺： 約 1/25,000
- 2) モデル数： 100 モデル（9 コース、109 枚）
- 3) 基準点数： 平面 - 24 点、標高 - 125 点
- 4) 基準点残差： 平面の標準偏差 0.577 m
標高の標準偏差 0.499 m

(c) 基準点測量

図化を目的とする空中三角測量の精度を確保するため、既存の平面基準点が不十分な区域について新たな基準点を 11 カ所に設け、これらの地点を刺針用写真上に記入した。新設基準点の測

地座標は近傍の既存三角点を結ぶ多角 GPS 受信機を使って決定した。

(d) 水準測量

標高の基準点を補足するため、ANNEX F-1 図に示した測線に沿って総延長 200 km に及ぶ簡易な水準測量を委託実施した。この測量作業では幹線道路 M1, M2 及び M6 沿線の既存三角点を閉合差に留意しつつ始点、終点として結んだ。この簡易水準測量で得られた標高はおおよそ 1 km に 1 点の密度で等高線記入のため航空写真上に記入した。

(e) 刺針作業

刺針作業では GPS で座標を確認した新たな基準点及び既存の三角点合計 24 ヲ所を 2 倍伸ばし航空写真上の正確な位置に落とす作業を行った。この作業で得られたデータは後続の空中三角測量に使用するため、刺針点データ一覧表に取りまとめた。

(f) 現場確認作業

地形図上に明記すべきであるが現時点で未確認の地名、行政区域名、公共建造物その他の主要な地物については、航空写真を現地に携行して現地での聞き取り、収集情報を図上で確認しつつ地形図に記入した。

(g) 地形図の図化作業

地形図の図化に当たっては空中三角測量成果及び簡易水準測量成果を用い、縮尺 1/20,000 で新規に調査地域約 700 km² を覆う図化を行った。作業仕様は下記のとおりである。

- 1) 図化方法： Micro Station Soft によるデジタル方式でコンピュータ編集を適用
- 2) 地図投影： UTM (zone No. 36)
- 3) 楕円原子： Clarke 1880 (New Arc 1950)
- 4) 地図図式： マラウイ測量局の方式に準ずる
- 5) 図化縮尺： 1/20,000
- 6) 等高線間隔： 主曲 10 m、間曲 5 m
- 7) 図葉寸法： 内図郭 100 cm × 80 cm
- 8) 図葉数： 6 図葉

6.2 成果品

上述で作成された 20,000 分の 1 地形図をもとに以下の図面を作成した。

土地利用・植生図	20,000 分の 1
エロージョン・ハザードマップ	20,000 分の 1

6.3 土地利用・植生図

1995 年に撮影した航空写真の図化による地形図と現地調査記録を照合しつつ 2 万分の 1 縮尺の土地利用・植生図を別添のように作成した。現況土地利用については乾期に空撮を行っているため作付け地と休閑地との区別が困難であり両地目とも耕地に分類した。現況植生分布については 1 km 方眼ごとの推定樹冠被覆率と単年生物種以外の卓越植生種を示したが、前述のようにエステート以外の土地ではまとまった林地がほとんど残存せず、散在する樹木を示すに過ぎない地点が大部分を占める。これらを調査地域全体として分布の傾向を見るため、土地利用・植生図ならびに地形勾配分布図を図 6.1、図 6.2 に示す。これらの単葉図から降雨量と植生被覆率との強い相関関係が判読できる。

6.4 エロージョン・ハザードマップ

広域にわたる土壌侵食の実態を短期間で実地に測定することは不可能に近く、一般に土地及び土地利用、気候条件を因子として未熟地を開墾した際に生ずる侵食の危険度を予測する SLEMSA 方式が用いられている。本調査ではアフリカ南部に適用される改良 SLEMSA 方式（計算方法は ANNEXE-5 を参照）により地形図の 0.5 km 方眼ごとに耕地開墾による侵食の危険度すなわちエロージョン・ハザードを推定して 2 万分の 1 地形図上にプロットし、エロージョン・ハザードマップを作成した。調査地域内で侵食危険度が高い区域は推算式の因子である地形傾斜、降雨量、表土の土性及び主作物とその栽培期間の分布状況から容易に推測し得る。すなわち、急傾斜面で年降雨量が多く土壌表面が砂質で土層が薄く雨水の貯留容量に乏しく、栽培する主作物の葉の雨滴遮断能力が低い場合は侵食が発生し易く、かつ年間土壌流亡量も数十トンと大きい。反対に、半乾燥地域の平地で表土の粘土含量が高く、土層が厚いため雨水の貯留容量も大きく、主作物の葉が雨滴を良く遮断して土壌表面の構造破壊を防ぐような条件下では侵食は起こり難く、かつ年間土壌流亡量も 1~2 トンと少ない。耕作方法も侵食発生の主要因であるが、調査地域内ではおおむね等高線畝が普及し、場所によってはさらに直角方向の畝で圃場辺縁を塞ぎ畝間の雨水を圃場外に漏らさないような耕作も見られるため、一律に耕作方法による差を除外した。

調査地域全体としてエロージョンの分布傾向は図 6.3 に示すとおりである。図からも読み取れるように、地域全体として危険度は予想外に低く、上記 SLEMSA 方式に基づき、調査結果及び地形図の作成結果から得られた要因数値を予測式に当てはめて求めた推定年間土壌流亡量も ha 当たり 6.4 トン、地域全体で 46 万トンと推算された。

6.5 エロージョンハザードマップの検証

6.5.1 侵食土量の推定

(a) 調査対象地域の概要

1999年12月から2000年4月までの各雨量観測所の月別降雨量は以下のとおりである。6ヶ所の観測所の平均で観ると、826mmの降雨があり、1月に最多の251mmを示している。聞き取り調査によると、今年は過去と比べて平均並の降雨量でメイズの収穫も平均以上であり、Limbe市は第1次調査時の乾期と比べ活気に溢れている。調査対象地域内は既にメイズの収穫が終わり、主としてキマメが生育中である。現在の作物の植生状況は主に調査対象地域の中央を南北に走るM6幹線道路で2分して顕著である。東部ではメイズの間作であるキマメやヒエは既に実を付けており、その他、ラッカセイ、野菜等の作付けが見られる。西部ではキマメはやっと花が咲いている状況で、東部と比べ、その成長は著しく遅い。しかしながら、調査対象地域は殆どの農地、荒地では雑草が生い茂っており、前年の乾期と比べ、植生は一変している。土壌流出量調査10ヶ所を中心に現地踏査を行ったが、殆どの地域が雑草に被われており、降雨による土壌浸食の状況を把握するのは困難である。なお、Chileka Damboの湿地、Mbvonihia溜池(Makata TA)では一部稲作が行われていた。

表 6.1 6ヶ所の雨量観測所の月別データ (単位; mm/月)

観測所	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	合計
Chileka	78.4	268.6	205.7	90.3	16.4	659.4
Chichiri	92.8	312.2	339.6	127.3	32.1	904.0
Makoka	37.5	170.3	238.8	120.2	n.a.	566.8
Chiradzulu	61.9	377.2	229.2	111.5	n.a.	779.8
Zomba	112.8	211.5	191.1	133.5	176.9	825.8
Chingale	129.5	223.3	215.0	157.4	n.a.	725.2
Average	85.48	260.52	236.57	123.37	58.97	764.91

Source: The Director, Meteorological Department, Chileka

(b) 土壌流出測定結果

1999年12月17日より2000年2月11日までの約60日間をかけて林業局C/PのMr.J.Mwampuloの協力を得て10ヶ所で6回の土壌流出の測定を行った(付属書II-E,表E.1参照)。付属書、表E.2は6回の測定結果をまとめたものである。地形勾配、土性、植生被覆状況、畑の形状、降雨回数とその強度等の条件の違いにより、各観測地点での土砂流出量は大きく異なっている。最大の流出量を示したのはNo.6観測地点のMakata TA, Fred村である。聞き取りによると、例年に比べ、観測期間中の雨が非常に多かったこと、畑の形状が等高線畝で、等高線と直角の畝がなかったため、等高線畝間が排水路の役目をし、土砂の流出が多くなったこと等が原因とのことであった。また、土壌流出量が1ton/ha以下の地点であるNo.2のTA Kuntaja, Kabango村、No.8のTA Machinjiri, Likhoswe村およびNo.10のTA Mpama, Nakhwala村の3観測地点はいずれも箱型・畝の畝立てがなされており、雨はこの畝に貯留され下流への流出が抑制されたことが、土壌流出を防いでい

る最大要因と判断される。また、粒径分布を見ると Sandy Lithosol 土壌では全流出土砂の約 50% が 2.0mm 以上の粒径で、0.85mm、0.425mm 以上がそれぞれ 25%程度となっている。Latelite は全流出土砂の約 20%が 2.0mm 以上の粒径で、0.85mm、0.425mm 以上がそれぞれ 25%、55%の値を示している。また、No.10 の TA Mpama、Nakhwala 村の Entisol 土壌では流出土砂量の 72%が 0.85mm 以下の細粒粒径を示している。

(c) 河川水の懸濁土粒子の測定結果

土壌流出測定と同様に林業局 C/P の協力により上記観測期間中に 5 回の河川水の懸濁土粒子の測定を実施した (ANNEX II-E、表 E3 参照)。世界銀行が 1992 年に実施した”National Environment Action Plan”の結果と対比すると以下の通りである。今回の実測結果の最大値は世界銀行の値の 5 倍を示している。

表 6.2 懸濁土粒子の測定結果

測定場所	実測結果	NEAC の結果
Lirangwe RGS IC	100-1,200mg(640ppm)	-
Lunzu RGS 109	200-1,500mg(680ppm)	200-300mg(250ppm)
Kamuzu Barrage (Shire River)	-	100-200mg(150ppm)

水位からの流量の変換は第 1 次現地調査時に入手した観測地点の水位-流量曲線を基に算出した。観測期間中の流量を概略算定すると Lirangwe 川で 5.85MCM、Lunzu 川で 1.97MCM となり、今回実測した河川水の懸濁土粒子の含有量から河川の流出土砂量を求めると、約 7000 トンの土砂がシレ川に流出される (ANNEX II-E,表 E4 参照)。

6.5.2 エロージョンハザードマップの検証

今回、新たに作成した地形図を基に第 1 次国内作業において概算したエロージョンハザードを再度検討する。検討にあたっては、前回と同様に Soil Loss Estimation Model for Southern Africa, ”SLEMSA”の式を用いるが算出方法では、以下の項目を変更した。

- 方眼間隔を 1km x 1km から 500mx 500m に変更
- 上記にともない 500m 方眼ごとの傾斜勾配を新たに計算し、これをエロージョンハザードの算定に用いる。
- 植生被覆をはじめとする他のデータは 500m 方眼に再入力するが前回と同様の値を採用する。

(a) 傾斜勾配

500m 方眼ごとの傾斜勾配を算定した結果は以下のとおりである。方眼の合計は 2,882 ケで、このうち 4%(2.3 度)以下が全体の約 77%を占めており、平均勾配は 3.47%(2.0 度)で平坦な地区が

大半を占めている。また、調査対象地域の北西部の Small Michiru や南東部の Ndelande 山では 25%(14 度)以上の急峻地がみられるがその割合は 0.2%と非常に少ない。

表 6.3 500m 方眼による地形勾配の分布

ランク(%)	方眼数	合計	平均(%)
Less than 1.0	194	138.19	0.71
1 ≤ ~ < 4	2,016	4,560.36	2.26
4 ≤ ~ < 8	447	2,530.21	5.66
8 ≤ ~ < 12.5	148	1,466.7	9.91
12.5 ≤ ~ < 17	49	695.72	14.20
17 ≤ ~ < 25	22	446.9	20.31
≥ 25	6	166.25	27.71
合計	2,882	10,004.33	3.47

6.6 土壌侵食量の推定

下表は 10ヶ所の土壌流出測定地点の 1999 年 12 月から 2000 年 2 月 11 日までの土壌流出量と、その地点の年間土壌流出量を計算により求めた値を示している。箱型畝が良く施されている場所である No.2、No.7、No.8 および No.10 の実測値とエロージョンハザードの計算値が大きく違っている。これは、Erodibility の値がこれらの地区に正しく反映されていないためと推定される。Soil Erodibility Factor(F) として SOLERMA では土壌のタイプと等高線畝の組合せにより F の値を 3.0~7.5 までに分類・定義しているが、箱型畝に対する F の考察がない。今回の土壌流出測定結果から判断して箱型畝が施されている畑では、この F の値が更に大きくなると予測される。但し、等高線畝の測定地点では計算値は実測値の 20%~30%増しの範囲に収まっている。土壌流出測定期間が最も流出が予測される 1 月を含んでいるが、3 月の測定がなされていないことを考慮すると、等高線畝地区での SLEMSA の計算式は調査対象地域での土壌流出量算定の概略の目安とはなる。

表 6.4 土壌流出量の観測値と計算値の比較表

測定地点	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8	No.9	No.10
方眼格子番号 (x)	6.5	02	09	16.5	16	25.5	18.5	22.5	28.5	27
(y)	89	79	71.5	75.5	68.5	79.5	62.5	60.5	76.5	72.5
侵食能 (Erodibility)	5.5	7.5	6.5	7.5	5.5	5.5	7.5	8.5	7.5	8.5
作物生育期間 (日)	130	130	146	135	145	145	145	145	140	140
傾斜度 (o)	3	2	4	5	1.5	4	6	4	5.0	6.5
同上 (%)	5.24	3.49	7	8.75	2.62	7	10.51	6.99	8.74	11.39
土壌流亡量 K	3.28	1.78	3.16	2.02	3.79	3.79	2.46	1.80	2.24	1.55
K 値	26.48	5.94	23.60	7.51	44.16	44.16	11.70	6.03	9.41	4.72
X 値	3.38	2.12	4.92	6.75	1.60	4.92	8.87	4.91	6.74	10.03
Z 値 トン/ha/年 (1)	5.36	0.76	6.97	3.04	4.24	13.05	6.23	1.78	3.80	2.84
計測流亡量 ton/ha (2)	4.84	0.27	6.31	2.44	3.56	9.53	2.05	0.63	3.14	0.11
計算/計測比(1)/(2)	110.82	279.8	110.51	124.55	119.21	136.89	303.72	282.04	121.13	2581.11

6.7 エロージョンハザード修正図

土壌流出量は SLEMSA の式を用いて算出したが経験則であるため既耕地での実測による計算値の検証が必要となる。調査団はカウンターパートに依頼して調査対象地域内の 10 ヶ所で土壌流出量を測定し SLEMSA で求められた計算値と実測値を比較検討した。また、ガリーの発達している急峻地で過大な場所の現地調査を実施し計算値が妥当であるかどうかの検証を行った。この結果、SLEMSA の式による土壌流出量は現地調査結果と比較して傾斜勾配が 12%以上の急峻地で法外な値を示していることが明白となった。これは急峻地では既に土壌は流出し尽くし、岩の露頭が認められていることに起因する。

したがって、これらの急峻地で岩の露頭が認められる地区では土壌侵食係数 (Soil Erodibility Coefficient) を修正し最終のエロージョンハザードを作成した。

10 ヶ所の土壌流出量測定結果では土壌流出量は最小で 0.11 ton/ha、最大で 9.53 ton/ha と大きく変化しており、これらの実測値は SLEMSA 式による計算値と比較するとかなり異なっている。10 ヶ所の平均では SLEMSA 値 4.8 ton/ha、実測値 3.3 ton/ha となった。土壌の重量測定時にかなりの測定誤差が考えられるので実測値は実際にはもっと大きな値になると推定される。したがって平均値では両者は概ね符合していると考えられる。

別途検証として、Ntenjela Dam での土壌流出量を検討した。同ダムは 1958 年に建設され、既に 42 年が経過している。流域面積 1,530 ha で建設当時は約 40,000m³ の貯水量があったが現在では 85%に当たる 34,000 m³ が土砂により貯水池に堆積されている。当ダムの流域内土壌はふるい試験の結果、0.84mm 以下の粒径（これらの土壌は流れとともにダムから下流に流下する）が 55.6% を占めている。残りのより粒径の大きな石英砂は 44.4%と推定され、これが貯水池に堆積されている。

今、土壌の単位堆積重量（仮比重）を 1.6 g/cm³ とすると 122,000 トンの土壌がこの流域から今までに流出していると推定される。これは 1.9 トン/年/ha に等しい。森林伐採が進んでいる近年はこの値以上の量の土壌流出が急激に進んでいると言える。貯水池周辺の農民からの聞き取りによると、流域の開墾が始まった 1980 年代より貯水池の堆砂は急激に増大してきたとの事である。毎年ごとの土壌流出量の増大を考慮すると、最近の土壌流出量は平均の倍にあたる 3.8 トン/ha/年程度と思われる。当流域は Chileka 平原の縁に位置しており平均傾斜度は 2~3%で、現在の植生被覆は 3~4%である。SLEMSA 式により求められた当流域の土壌流出量は 0.6~5.6 トン/ha/年平均で 3.2 トン/ha/年を示している。したがって、緩傾斜値（2~3%）での土壌流出量は実測値と計算値はほぼ同等の値を示していると言える。

以上のことより調査対象地域の地形勾配は平均で 3.5%を示しており、作物の生育期間は平均 140 日、表土深 50~100cm の条件で急傾斜地での土壌侵食係数を修正し、前述の算定基準により 500m 方眼ごとに平均年流出土砂量を算定した。結果は下表のとおりである。全方眼数 2,879 ヶのうち、5.0 ton/ha/年以下が 1,784 ヶ(62%)を占めている。一方、10 ton/ha/年以上は 542 ヶ所で全体の 19%とかなり多い。これらは北東部の Small Michil、TA Chigaru および南東部の Ndirande 山周辺で観られる。平均では 6.4 ton/ha/年を示しており、これから、全流出土砂を算出すると調査対象地域内では約 461,000 ton/年と推定される。M/P 時点での算出結果より約 1.5 倍の値となった

が、これは M/P 時に方眼内の地形勾配算定を過小に算定していた結果である。なお、当地域からシレ川への土壌流出量は 1996 年に British High Commission が実施した”The Study to Identify Sources of Siltation in The Middle Shire River Catchment Area”では対象地域内で約 380 万 ton/年、Lunzu-Lirangwe からシレ川への土壌流出量は約 76 万 ton/年と推定しているが、いずれの値も、今回の調査結果の値はこの値を大幅に下回っている。

表 6.5 500m 方眼による土壌流出量の計算結果

(単位:ト/ha/年)

ランク(%)	方眼数	割合 (%)	平均
Less than 1.0	188	6.6	0.7
1 ≤ ~ < 2	580	20.1	1.5
2 ≤ ~ < 3	447	15.5	2.5
3 ≤ ~ < 5	569	19.8	3.9
5 ≤ ~ < 7	318	11.0	5.9
7 ≤ ~ < 10	235	8.1	8.3
≥ 10	542	18.8	18.9
合計	2879	100.0	6.4
全流出土量計算値	460,541 ト/年 (6.87ト/ha/年)		

6.8 結論および問題点

全流出土砂を算出すると調査対象地域内では約 460,540 トン/年と推定される。この流出土砂は圃場の末端や溜池、Dambo 等の底部に溜まり、1 部は両河川の緩傾斜の低位部に堆積し、残りが河川水とともにシレ川へと流出する。今回、実測した河川水の懸濁土粒子の含有量から河川の流出土砂量を求めると、約 7,000 トンの土砂が 1 月の中旬から 2 月にかけてシレ川に流出する。12 月～翌年の 3 月まででは、おそらく計算で求められた値の 2～3 倍に当たる量の土砂が流出する。今、平均で 2.5 倍とすると雨期の期間の流出量は 17,500 トンとなり、これは全体の流出土砂の約 3% に当たる。

土砂流出測定地の内、箱型畝が施されている地区では、SLEMSA の計算式をはるかに下回る土砂流出量が観測された。調査対象地域では、この箱型畝を適用することにより土砂流出を抑制できる。

なお、SLEMSA の計算式を適応するに当たっては、箱型畝に対する Soil Erodibility Factor(F)の値を考慮する必要がある。

流出土壌の採取、乾燥作業を近隣の農家に委託し、C/P による土壌流出量測定が指定地点で行われた。従って、採取・乾燥作業期間に相当のロスが予想できる。専従計測者による常時観測が必要である。

降雨と土壌流出量の相関を明らかにするために、今後、土壌流出測定地点での雨量観測が必要である。

が、これは M/P 時に方眼内の地形勾配算定を過小に算定していた結果である。なお、当地域からシレ川への土壌流出量は 1996 年に British High Commission が実施した”The Study to Identify Sources of Siltation in The Middle Shire River Catchment Area”では対象地域内で約 380 万 ton/年、Lunzu-Lirangwe からシレ川への土壌流出量は約 76 万 ton/年と推定しているが、いずれの値も、今回の調査結果の値はこの値を大幅に下回っている。

表 6.5 500m 方眼による土壌流出量の計算結果

(単位:ト/ha/年)

ランク(%)	方眼数	割合 (%)	平均
Less than 1.0	188	6.6	0.7
1 ≤ ~ < 2	580	20.1	1.5
2 ≤ ~ < 3	447	15.5	2.5
3 ≤ ~ < 5	569	19.8	3.9
5 ≤ ~ < 7	318	11.0	5.9
7 ≤ ~ < 10	235	8.1	8.3
≥ 10	542	18.8	18.9
合計	2879	100.0	6.4
全流出土量計算値	460,541 ト/年 (6.87 ト/ha/年)		

6.8 結論および問題点

全流出土砂を算出すると調査対象地域内では約 460,540 トン/年と推定される。この流出土砂は圃場の末端や溜池、Dambo 等の底部に溜まり、1 部は両河川の緩傾斜の低位部に堆積し、残りが河川水とともにシレ川へと流出する。今回、実測した河川水の懸濁土粒子の含有量から河川の流出土砂量を求めると、約 7,000 トンの土砂が 1 月の中旬から 2 月にかけてシレ川に流出する。12 月～翌年の 3 月まででは、おそらく計算で求められた値の 2～3 倍に当たる量の土砂が流出する。今、平均で 2.5 倍とすると雨期の期間の流出量は 17,500 トンとなり、これは全体の流出土砂の約 3% に当たる。

土砂流出測定地の内、箱型畝が施されている地区では、SLEMSA の計算式をはるかに下回る土砂流出量が観測された。調査対象地域では、この箱型畝を適用することにより土砂流出を抑制できる。

なお、SLEMSA の計算式を適応するに当たっては、箱型畝に対する Soil Erodibility Factor(F)の値を考慮する必要がある。

流出土壌の採取、乾燥作業を近隣の農家に委託し、C/P による土壌流出量測定が指定地点で行われた。従って、採取・乾燥作業期間に相当のロスが予想できる。専従計測者による常時観測が必要である。

降雨と土壌流出量の相関を明らかにするために、今後、土壌流出測定地点での雨量観測が必要である。

Lunzu および Lilangwe 川の水位観測地は河床断面が相当に変化していることやスタッフゲージの一部が洪水により流されており不適當であり水位と流量の相関が明確でない。正確な河川流量測定のための観測地を新たに建設する必要がある。

CURRENT 图 6-1 土地利用·植生图

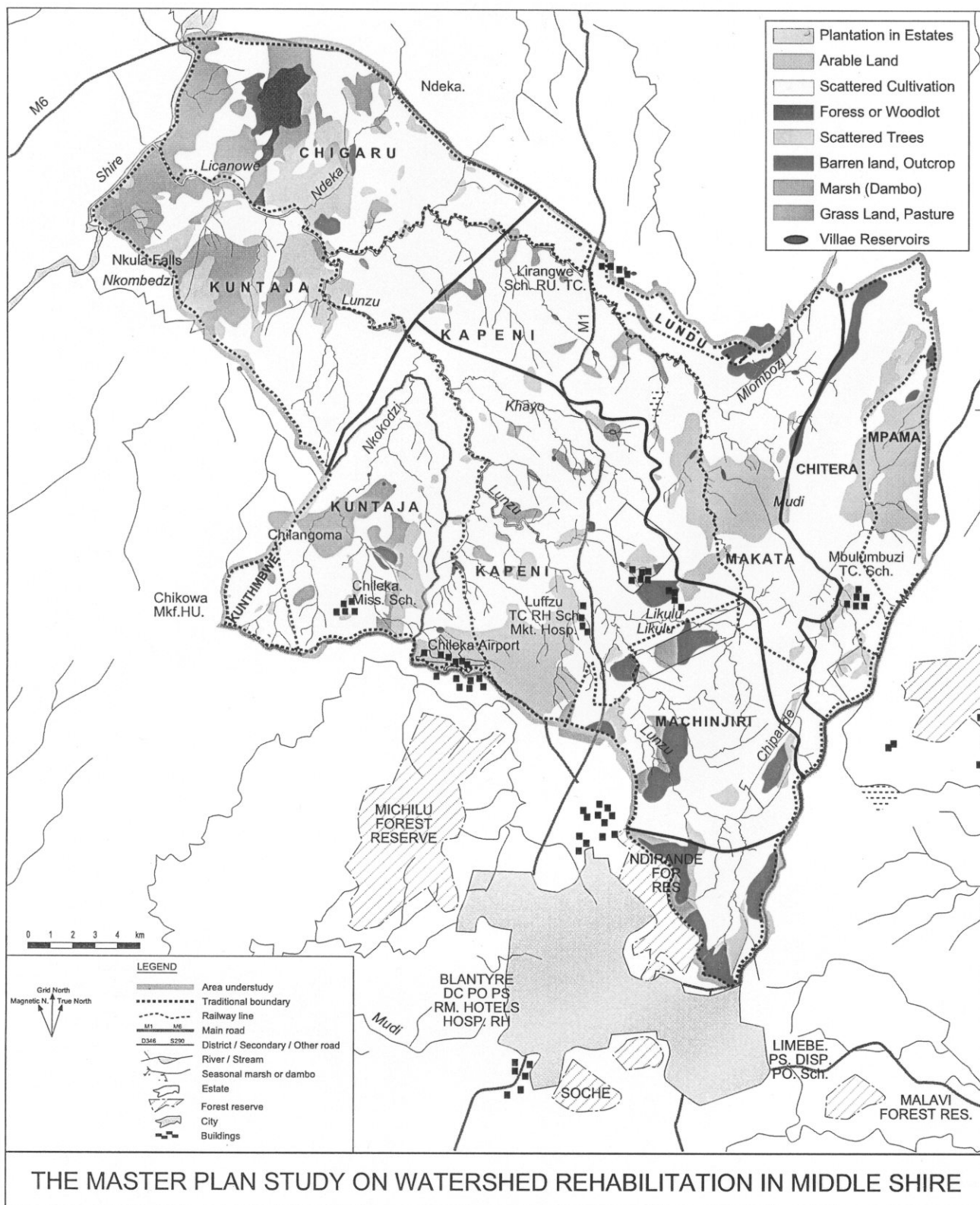


图 6.2 地形勾配分布图



Figure6-2 Map of Topographic Gradient Distribution

図 6.3 エロージョンハザードマップ

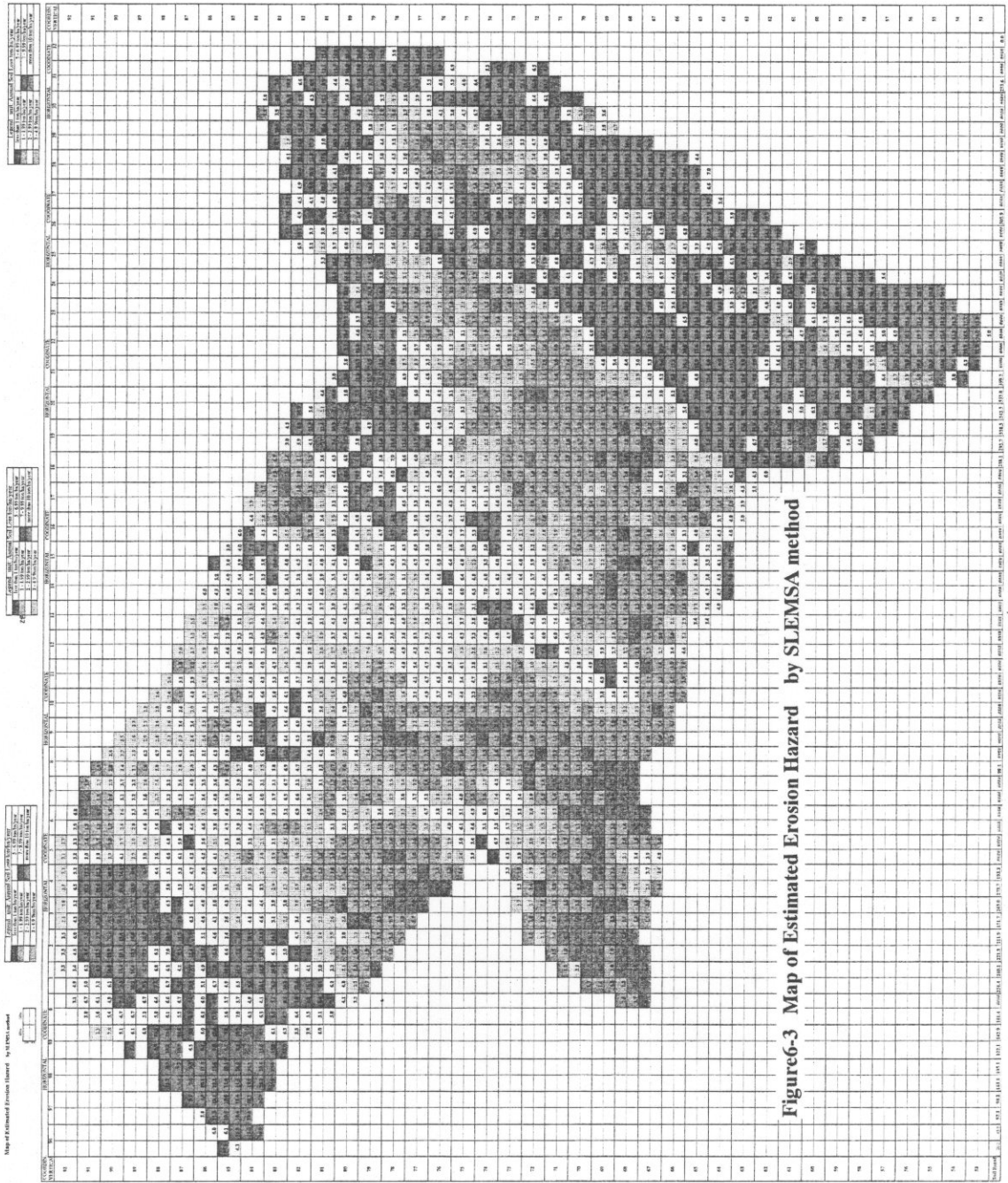


Figure6-3 Map of Estimated Erosion Hazard by SLEMSA method