

## 4-2 道路

### 4-2-1 セナ回廊道路整備状況

#### (1) 「マ」国における国際回廊

「マ」国は周囲を3ヶ国に囲まれた内陸国であり、貨物の輸出入は隣接国に依存せざるを得ないことから、政府としては外国港に通じる国道の整備に最重点を置いている。隣国の「モ」国におけるベイラ港やナカラ港の両港は「マ」国からの最短距離にある港であり、「マ」国の主要な外港として昔から利用されていたが、1970年後半から約15年にも渡る長い内戦の煽りを受け、両港とも長期間利用できなくなってしまった。

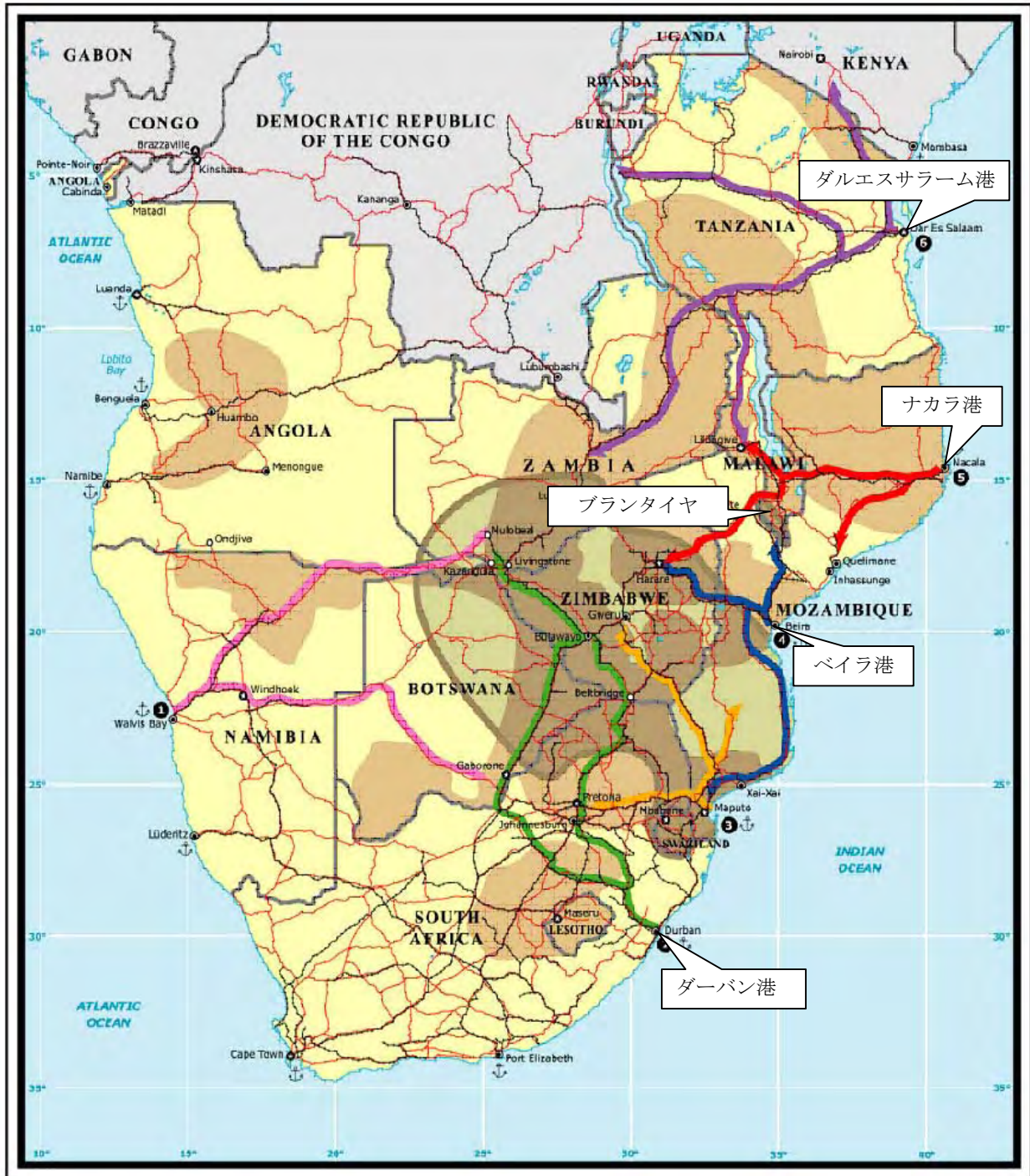
輸送経路を絶たれた「マ」政府は、タンザニア国のダルエスサラーム港を経由する北回廊、及び南アのダーバン港を経由する南回廊の複合輸送手段に依存せざるを得ない状況となった。しかし、1992年のモザンビーク和平協定成立に伴い、輸送距離が短く経済的な回廊として「モ」国のベイラ港やナカラ港の両港が再び利用可能となり、長い間利用されていた北回廊や南回廊よりはむしろ、ベイラ港やナカラ港が脚光を浴び、近年では両港の貨物輸送量が大幅に増大している。

この両港からの国際物流は幹線道路Main 1(M1)及びMain 2(M2)、Main 3(M3)、Main 6(M6)を通じて「マ」国へ入り、首都のリロングウェ市（人口67万人、2008年）やブランタイヤ市（人口66万人、2008年）などの主要都市と結ばれ「マ」国の生活経済を担っている。特に「マ」国の最大の商業都市、工業都市であるブランタイヤ市はリロングウェ市から南に約360kmに位置し、古くから「マ」国南部の交通の要衝として、また最も工業化の進んだ都市として国際物流の一大拠点となっている。ベイラ港からは「モ」国テテを経由し、M6によるブランタイヤに輸送される路線が最大の物流ルートとなっている。

内陸国である「マ」国にとって、道路交通は国際物流や旅客輸送において重要な役割を担っており、国内貨物の取扱い高では、道路59.2%、鉄道38.9%、湖上1.8%、航空0.1%（2003年）となっている。一方、国際貨物では、鉄道の路線が分断されていることから、90%以上が道路輸送に依存しており、同国の経済活動の動脈となっている。

しかしながら、既存道路の多くは財政上の制約から、路面の劣化や損傷が進行しており、道路インフラ整備は「マ」国の国家開発計画における最重要課題の一つとされている。こうした状況から政府は2006年11月にはマラウイ成長・発展戦略（MGDS）を策定し、南部アフリカ近隣国への輸送回廊や国内幹線道路を中心とした整備を進めている。

図 4-2-1 に「マ」国の国際回廊ネットワークを示す。



(出典 : <http://www.reliefweb.int/rw/RWB.NSF/db900SID/SKAR-64GCKD?OpenDocument>)

図 4-2-1 「マ」国における国際回廊ネットワーク

## (2) 各国際回廊の特徴

図 4-2-1 に示すように、内陸国の「マ」国においては、ダルエスサラーム回廊、ナカラ回廊、ベイラ回廊、ダーバン回廊の4つの回廊が主要回廊として「マ」国の物流を担っている。それぞれの回廊は、通過する各国々の経済活動、沿線の土地利用、地下資源などの地域特性を有しており、これらの各回廊について、それぞれの特徴を以下に述べるものとする。

### ① ダルエスサラーム回廊

タンザニアにあるダルエスサラーム港（ブランタイヤから約 1,800km）は東アフリカ最大規模の商業港であり、タンザニアとザンビア間の鉄道輸送が中心となっているが、「マ」国を始め、ザンビア、ジンバブエ、ボツワナなどを経て南アまでを接続する南部アフリカの主要道路回廊ともなっている。

さらにタンザニアとザンビア間には石油パイプラインの接続回廊としても利用されている。特にダルエスサラーム港は、ザンビアで産出する銅などの輸出港として著名であるが、近年では中国からの輸入製品が急増し同港の役割が一段と大きくなっている。

### ② ナカラ回廊

「モ」国にあるナカラ港（ブランタイヤから約 990km）は大規模浚渫を必要としない天然の良港で、「マ」国を通り抜けザンビアを連結する道路回廊となっているが、鉄道は同港から「マ」国までが中心で、ザンビアにおいては「マ」国境付近だけしか敷設されていない。

なお、ナカラ港が良港とはいえ、港湾にアクセスする道路及び鉄道は施設が整備不良であり、大型貨物車の走行や鉄道輸送には支障を生じており、現在 AfDB 及び EU など外国ドナーによって輸送インフラ整備のための調査等が実施されているところである。

### ③ ベイラ回廊（セナ回廊を含む）

「モ」国にあるベイラ港（ブランタイヤから約 800km）は昔からジンバブエからの主要ルートとして発展してきた回廊であるが、定期的な浚渫を必要とする港湾となっている。同回廊には主に3つの回廊に分岐されており、ジンバブエの首都ハラレへ通じるハラレ回廊、ブランタイヤへ通じるテテ回廊、同じくブランタイヤへ通じるセナ回廊がある。

これらの主要3回廊はともに道路も鉄道もそれぞれ連結しているものの、「マ」国へ向かうテテ回廊は道路だけで鉄道は「モ」国内だけの路線となっている。また、セナ回廊については道路も鉄道も「マ」国のチロモ地区において遮断しており、回廊の機能を有していない。今後のリハビリによる整備を必要としている。

### ④ ダーバン回廊

南アに位置するダーバン港は南アフリカ地域内における最大の取扱い高を誇る港湾というだけでなく、世界の主要海運会社が同港湾を利用しており、国際貿易の一大拠点となっている。さらに、港湾を持たない内陸国の「マ」国を始め、ボツワナ、ジンバブエ、ザンビアなど多数の南アフリカ諸国の貨物輸送に利用されている。

しかしながら、ブランタイヤから延長距離 2,400km となっており、青森～鹿児島間（約 2,200km）よりさらに長い距離にあり、輸送コストが極めて高く、「マ」国が取扱う貨物としては、それに見合った商品が対象になるものと思われる。

以上述べたとおり、セナ回廊はテテ回廊と同様、ベイラ回廊から派生した「マ」国向けの分岐回廊であり、その大部分の延長距離は「モ」国に属している。したがって、セナ回廊を論じるには「モ」国側の沿線土地利用、インフラ状況、物流などを十分把握する必要がある。また、ベイラ港は浚渫の必要な港湾とはいえ、「モ」国や「マ」国だけでなく、ザンビア、ジンバブエなどのゲートウェイとして機能しており、コンテナ貨物の取扱い高も近年急速に増加し 64,971TEUs（2008年）に達しており、ナカラ港（47,843TEUs、2008年）より多くなっている。

さらに、ベイラ港は「マ」国の最大商業都市であるブランタイヤから約 800km に位置し、ナカラ港を始め、どの港湾よりブランタイヤに近い距離にある。このように、セナ回廊は「マ」国内のインフラ整備が実施されれば、今後ますます重要な回廊となり、「マ」国の経済にも好影響を及ぼすものと期待される。

図 4-2-2 にベイラ回廊の路線図を示す。

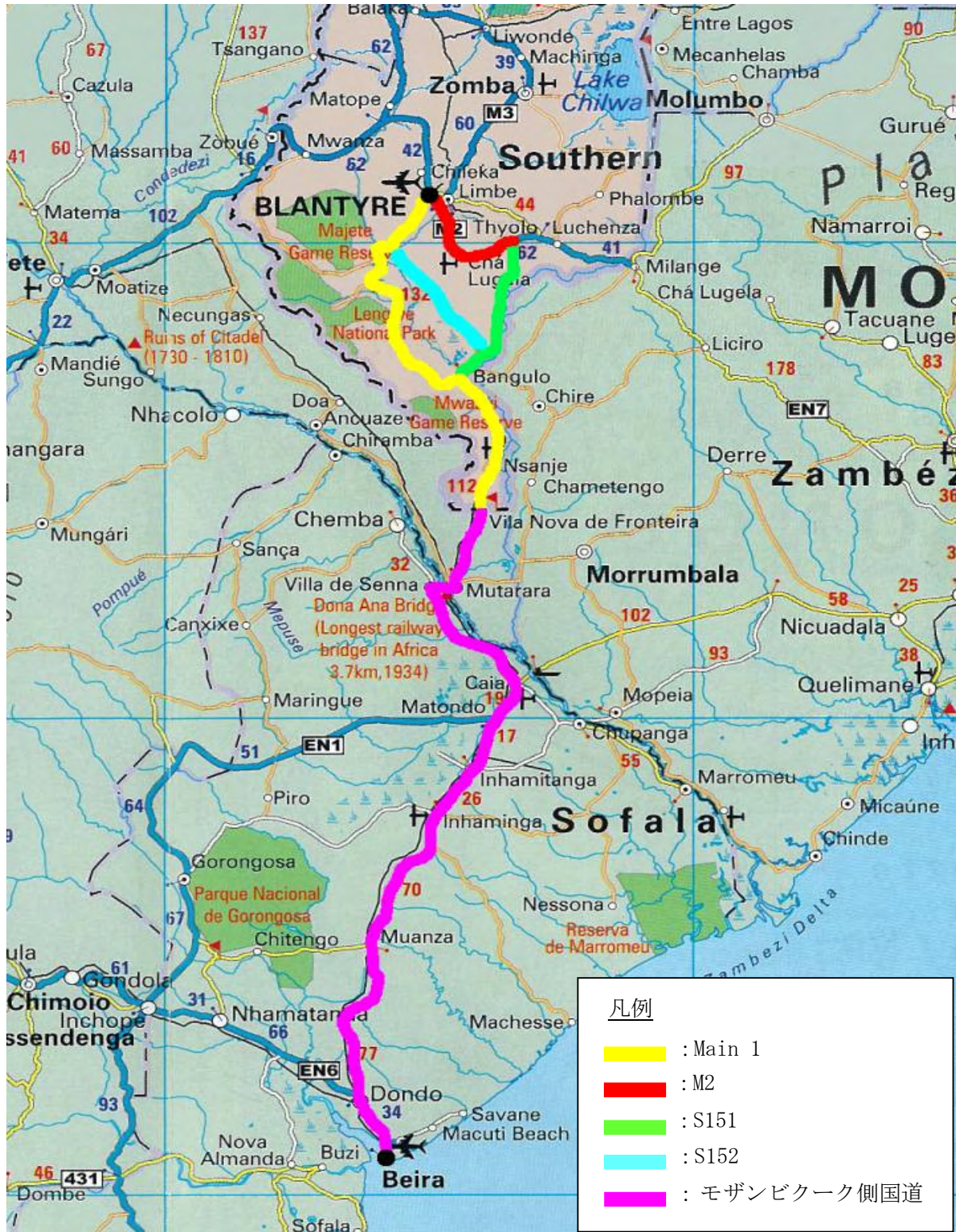


図 4-2-2 ベイラ回廊の路線図

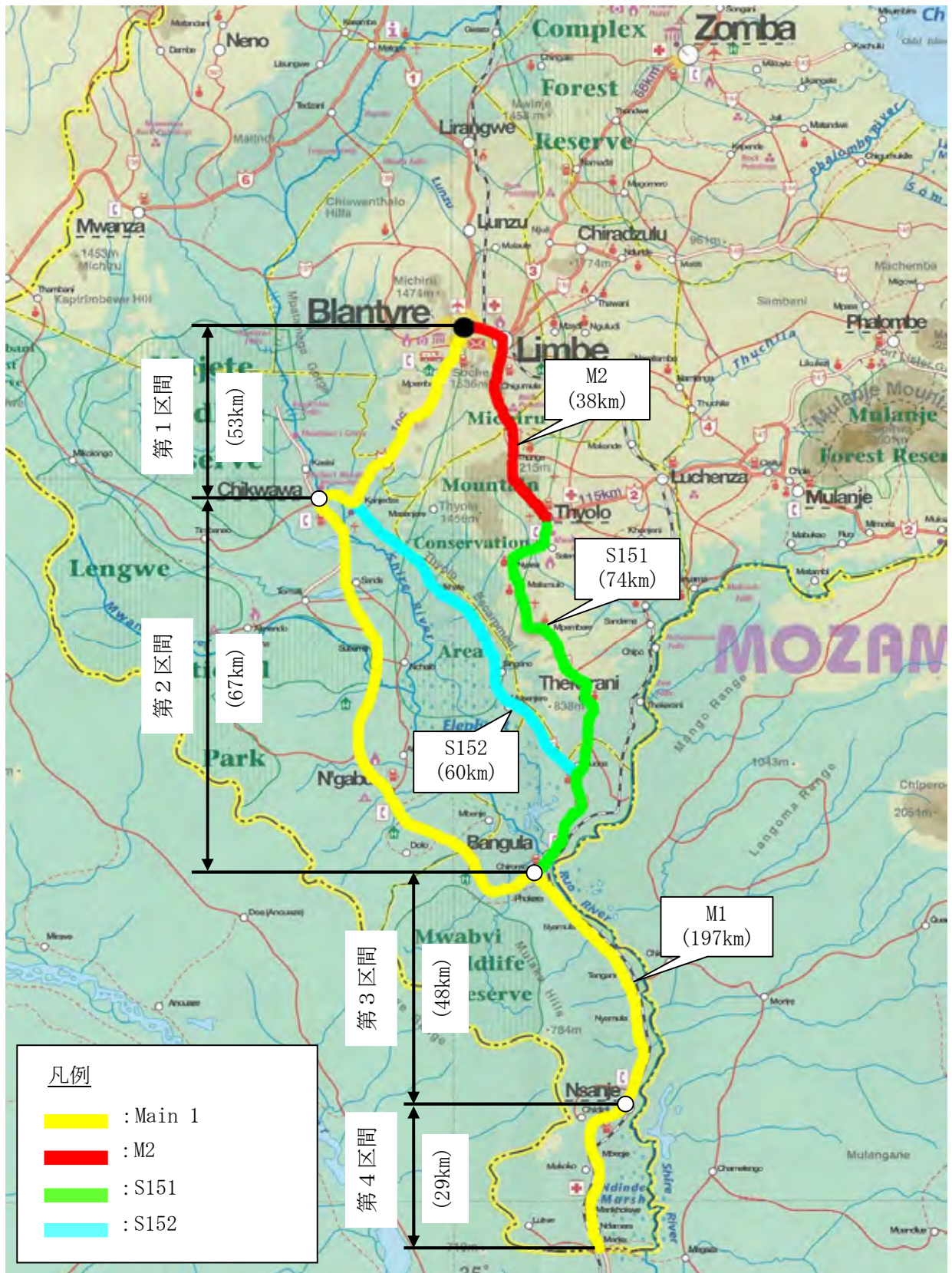
出典：調査団作成

### (3) セナ回廊の路線図

調査対象であるセナ回廊は「マ」のブランタイヤを起点として M1 を通り、「マ」国の南部国境マルカを経由しベイラ港に至る国際回廊である。セナ回廊の起点であるブランタイヤは人口約 66 万人で「マ」国の最大の商業都市として、同国の経済活動の中心地となっている。ブランタイヤからの国際物流は道路と鉄道の輸送機関があるが、「モ」国内戦による鉄道インフラへの物的被害、1997 年の大洪水によるチロモ橋付近の土砂流出によって、道路も鉄道も遮断され、国際物流としてのセナ回廊の機能は失われてしまった。

セナ回廊が遮断されてから、道路による国際物流のほとんどはテテ回廊が利用され「マ」国西側の国境ムワンザを通過し、「モ」国のザンベジ川のテテを渡河し、ベイラ港へと輸送されている。一方、「マ」国東側マンガチを経てナカラ港へ行く、いわゆるナカラ回廊を利用することも可能であるが、道路も鉄道も共にインフラ整備が不十分と見なされている。特に道路事情が悪く大型車両の走行が困難なため、現在、国際物流の回廊としてはあまり利用されていない。また、鉄道による輸送は、ブランタイヤから国境ヌチを経てナカラ港へと輸送されているが、荷扱いが不便なため貨物量は毎年減少している。

このように今日においては、チロモ橋付近の土砂流出によって、セナ回廊における道路及び鉄道の交通が遮断されたため、国際物流や国内交通も利用することが不可能となってしまった。ブランタイヤからベイラ港に至るまでのセナ回廊の路線図を図 4-2-3 に示す。



出典：調査団作成

図 4-2-3 セナ回廊の路線図

#### (4) セナ回廊の道路現状

マラウイ南部の道路ネットワークは「マ」国最大の商業都市ブランタイヤ市を中心に形成されている。ブランタイヤ市から国境マルカまでの延長は197kmであるが、図4-2-3に示すように、セナ回廊はM1だけでなく、S151及びS152さらにM2の一部の路線もブランタイヤとバングラ間を結んでいる。

##### 1) M1の現状

道路現状を述べるに当り、M1の延長は相当長いので、4区間に分割して道路現状を記述する。

##### i) 第1区間

ブランタイヤからチクワワ間53kmは全線アスファルト舗装になっており、幅員は5.5m～7.0mで、全区間片側1車線となっており走行性は良好である。しかし、ブランタイヤは海拔1,000mもあり、シレ川付近に位置するチクワワでは海拔300mである。すなわち高低差が700mもあることから、チクワワ地域手前の10km付近からシレ川までの区間において、急な山地を下る路線となっており、勾配はきつく、曲線半径も極めて小さい。

舗装された道路とはいえ、このような山岳道路の線形においては、バスや一般貨物であれば通行可能であるが、コンテナ車のような大型貨物車の走行は困難ではないかと思われる。

こうした道路事情から、セナ回廊を国際物流の回廊と位置付けることは地形上から難しく、別のルートを選定することも必要と思われる。(4-2-4 調査対象道路の問題点を参照のこと)



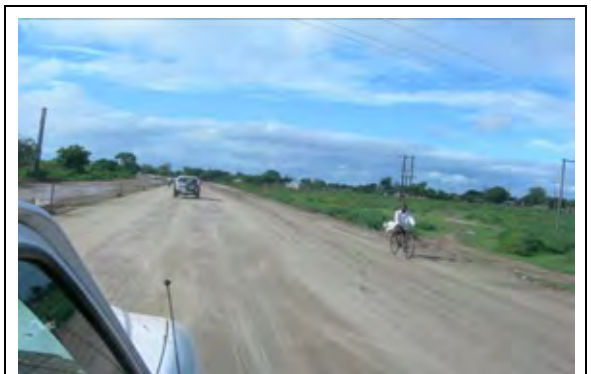
ブランタイヤから38km位までは高地で標高は高いが、線形も舗装も極めて良好である。



ブランタイヤから約40km付近。平面線形、縦断線形も極めて悪い。写真右側の平地にはシレ川が眺められる。

##### ii) 第2区間

チクワワからバングラ間67kmは全区間片側1車線で、幅員は5.5m～7.0mであるが、海拔は300m以下であり線形上は問題ない。また、チクワワから5km付近までは第1区間の延長で舗装が続いているが、その地点を過ぎると道路工事中となって未舗装道路である。さらにバングラに向かって進むと、舗装区間と未舗装区間が繰り返される。この区間における舗装道路は新設さ



ブランタイヤから約80km付近。路盤工事中

れた舗装ではなく、古い既設の舗装なので劣化及び損傷が著しい。

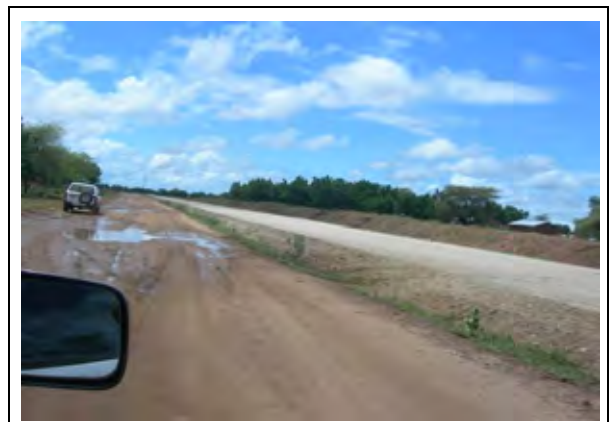
このように第2区間は全線に渡って工事中のため、舗装の早期完了が望まれる。



ブランタイヤから約100km付近。未舗装

### iii) 第3区間

バングラからンサンジェ間48kmも全区間片側1車線であり、第2区間と同様に、全区間において工事中となっている。この第3区間の道路工事は「マ」国の現地予算によって進めている。橋梁やカルバートなどの構造物はほぼ完成しており、本年度中に工事は完了するものと思われる。なお、ンサンジェでは内陸港を建設中で「マ」国としてはンサンジェ港を内陸水運の拠点として「マ」国南部の開発を進めている。こうした将来開発の目標があることから、自国の資金を使ってでも第3区間の道路工事を急いでいるものと思われる。



道路改良工事中、右側に見えるのが改良中の道路で路盤工事はほぼ完了。

### iv) 第4区間

ンサンジェからマルカ間29kmは幅員5.0m程度の1車線の幅員しかなく、砂利道または土道であり、雨期には4輪駆動車しか走行できない悪路となっている。聞き取りでは1-2日に1台程度の交通量とのことであった。沿道家屋もまばらで沿線人口も少なく交通量も極めて小さいことから、道路整備も実施されない状況になっているものと思われる。セナ回廊として国際物流を扱う道路としては極めて未整備な道路であり、今後のセナ回廊の開発にとって大きなボトルネックとなる問題を孕んでいる。



道路表層は土道で走行性は極めて悪い。

## 2) S151の現状

この道路は幹線道路M1とM2を接続させるフィード道路となっている。幅員5.0m程度の1車線の幅員しかなく、砂利道または土道であり、雨期には4輪駆動車しか走行できない悪路となっている。この道路を南下しM1のバングラに接続する手前がチロモ地区となっており、13年前の



大洪水によって寸断された道路となり、今やフィーダ道路の機能を失っている。

しかし沿線は茶畑、さとうきび畑などの農産品の収穫地域であり、整備が進めば「マ」国の経済発展に寄与する潜在的な経済効果をもたらす有望路線といえる。ただし、有為なデータが見当たらず、定量的な判断は困難である。

		
<p>雨期における S151 の現状 悪路から車両を押し出す様子</p>	<p>S151 沿線にあるシレ橋の現状 (道路と鉄道の併用橋)</p>	<p>洪水によって遮断された道路区間 (川幅約 82m)</p>

### 3) S152 の現状

この道路も幹線道路 M1 と S151 を接続させるフィーダ道路となっている。幅員 5.0m 程度の 1 車線の幅員しかなく、砂利道または土道であり、雨期には 4 輪駆動車しか走行できない悪路となっている。しかし沿線には比較的家屋もあり、沿線人口も張り付いており、チロモ地区の道路遮断は、地域住民を孤立させている。こうした生活道路としての機能、また災害時の避難経路を失わせている現状は、沿線に済む人たちの生活を不安にさせている。



土道の上に砂利を散布し転圧した砂利道

### 4) M2 の現状

「マ」国の幹線道路である M2 はブランタイヤからリンベを経由してチョロ (Thyolo) を通過し、「モ」国へ向かう道路である。幹線道路なので、M1 と同様に全線アスファルト舗装になっており、幅員は 5.5m~7.0m で、全区間片側 1 車線となっており走行性は良好である。そればかりでなく、この幹線道路 M2 は M1 のような急勾配や急曲線が見られず、大型貨物車にも適した路線といえる。



幹線道路だけあって舗装されているだけでなく、平面線形も縦断線形も良好である。

### (5) セナ回廊の道路整備計画状況

M1 を始めとするセナ回廊には複数の路線があり、EU など外国ドナーの支援による整備、「マ」国政府独自の予算による道路整備などがある。RA から入手した資料を基にこれらを以下に整理する。

#### 1) M1 の整備計画

道路区間	第1区間	第2区間	第3区間	第4区間
延長距離	53km	67km	48km	29km
建設費	整備は不要	16,092,115.13 Euros	MWK 7,415,365,707.56	整備は未決定
設計コンサルタント		Henderson & Partners (Malawi)	CODA & Partners (Malawi)	
設計照査		N/A	Romana & CNM-YBJ (Malawi-Zimbabwe)	
施工管理者		Grontmij/Carlo Bro (Danish)	Romana & CNM-YBJ (Malawi-Zimbabwe)	
資金源		EU	GoM	
施工会社		Mota Engil (Portugal/Malawi)	Mota Engil (Portugal/Malawi)	
予定完工日		23/11/2010	17/04/2010	

上記の表に示すとおり、M1 では、第2区間、第3区間の道路を整備中であり、この工事が完了すれば、ブランタイヤからンサンジェまで168kmの道路が舗装され、商業都市ブランタイヤからの貨物輸送が活発化し、ンサンジェ内陸港の開発に弾みがつく。これは「マ」国政府が上位計画として掲げたMGDSの重点的な施策(2-1-1 マラウイ成長開発戦略を参照)の1つであり、「マ」国南部開発の起爆剤となり、国家経済の活性化に繋がるものと期待されている。

#### 2) S151 の整備計画

道路延長距離	74km
対象区間	54km (Thyolo - Seven)
建設費	\$64,145,514.57
設計コンサルタント	UNETEC (Kuwait)
設計照査	N/A
施工管理者	UNETEC (Kuwait)
資金源	Kuwait Fund, OPEC, BADEA, GoM
施工会社	M A Kharafi (Kuwait)
予定完工日	29/02/2011

S151 の整備はクウェートを中心としたアラブ・ファンドと呼ばれる資金源が充てられる予定であるが、整備対象区間はチョロ〜セブン間54kmのみであり、1997年の大洪水によって流出され

たチロモ地域は含まれていない。したがって、S151 はチロモ地区の災害復旧を実施しない限り S151 道路は遮断されたままである。近い将来ンサンジェ内陸港が完成しても S151 における遮断は、沿線で収穫された茶、さとうきび、たばこなどの農産物の輸送を困難にするばかりでなく、沿線に住む住民の生活にも大きな悪影響を及ぼすものである。

### 3) S152 の整備計画

S152 の道路は M1 と S151 を結ぶフィーダー道路で、延長距離 60km を有している。雨期には各所で道路が寸断されるが、Bua Consulting というオーストラリアのコンサルタント会社によって道路設計が終了しているとのことである。しかし、整備の資金源は今のところ未決定となっている。

S152 沿線は比較的住民が多く住んでおり、この沿線に住む人たちも S151 の住民と同様に、チロモ地区の道路遮断によって、生活道路の機能を失ない、不便な生活を強いられている。

### 4) M2 の整備計画

M2 は幹線道路であり舗装も特に目立った損傷はなく、平面線形も縦断線形も良好で大型貨物車の通行も可能である。したがって、特に整備の必要はないと考えられる。

こうした現状から、もし S151 のチロモ地区が改修されるならば、ブランタイヤから発生する貨物は平面線形や縦断線形のきつい M1 のルートよりむしろ M2 及び S151 を組み合わせたルートを利用した方が大量に輸送できるのではないかと考えられる。

ただし、S151 の平面線形及び縦断線形が M1 より良好であるという条件付きとなる。(本調査団が現地踏査した時期は雨期だったため、S151 の路線を十分調査することができなかった)

## (6) 交通量

「マ」国における民間の新規自動車登録台数(2006年)を表4-2-6に示す。表から分かるように、登録台数は毎年着実に増加している。

表 4-2-1 「マ」国の自動車登録台数 (単位：台数)

年	自家用車	商業車		バス	農耕車	モーターバイク	その他車両	合計	年増加率
		小型車	大型車						
2003	1,621	1,649	582	29	76	657	231	4,845	--
2004	2,322	1,840	1,215	12	42	545	366	6,399	32%
2005	2,265	2,239	1,059	3	95	647	365	6,730	5%
2006	3,294	1,637	1,084	689	79	752	450	7,985	18%

出典：National Statistical Office

「マ」国における交通量は、1年のうち雨期と乾期で異なるばかりでなく、1週間内においても国境における税関のゲート開閉の時間帯においても異なる。したがって、交通量測定に当っては雨期と乾期でそれぞれ行い、実査も1週間かけて実施し、その平均値を算出するとのことである。Road Authority (RA) による2006年の実査の結果を図4-2-5に示すが、RAの実査にはモーターバイクの交通量が加算されていないという。

図 4-2-4 から見ると交通量はかなり少ないが、セナ回廊の各道路が整備され、かつ現在工事中のンサンジェの内陸港湾が完成し、もし河川舟運が本格化するなら、交通量はかなり増加するものと思われる。実際ブランタイヤからのほとんどの国際物流はムワンザ、国境、テテを通過してベイラ港へと輸送されている。すなわち、セナ回廊の道路が未整備のため、国際物流はテテ回廊を利用して輸送されているからである。

ちなみに、2006 年 7 月 27 日に実測されたブランタイヤ市内の交通量は、幹線道路の Chipembere Highway において 1 日あたりの交通量は 32,446 台である。その内、軸重 10 トン以上の大型貨物車は 1,500 台にのぼっている（ブランタイヤ市道路網整備計画予備調査 2006 年 8 月より）。

このように、ブランタイヤ市内の交通量は極めて大きく、セナ回廊の道路交通量においても、各道路の整備、ンサンジェ港の竣工が完工すれば飛躍的に増加するものと考えられる。



出典：調査団作成

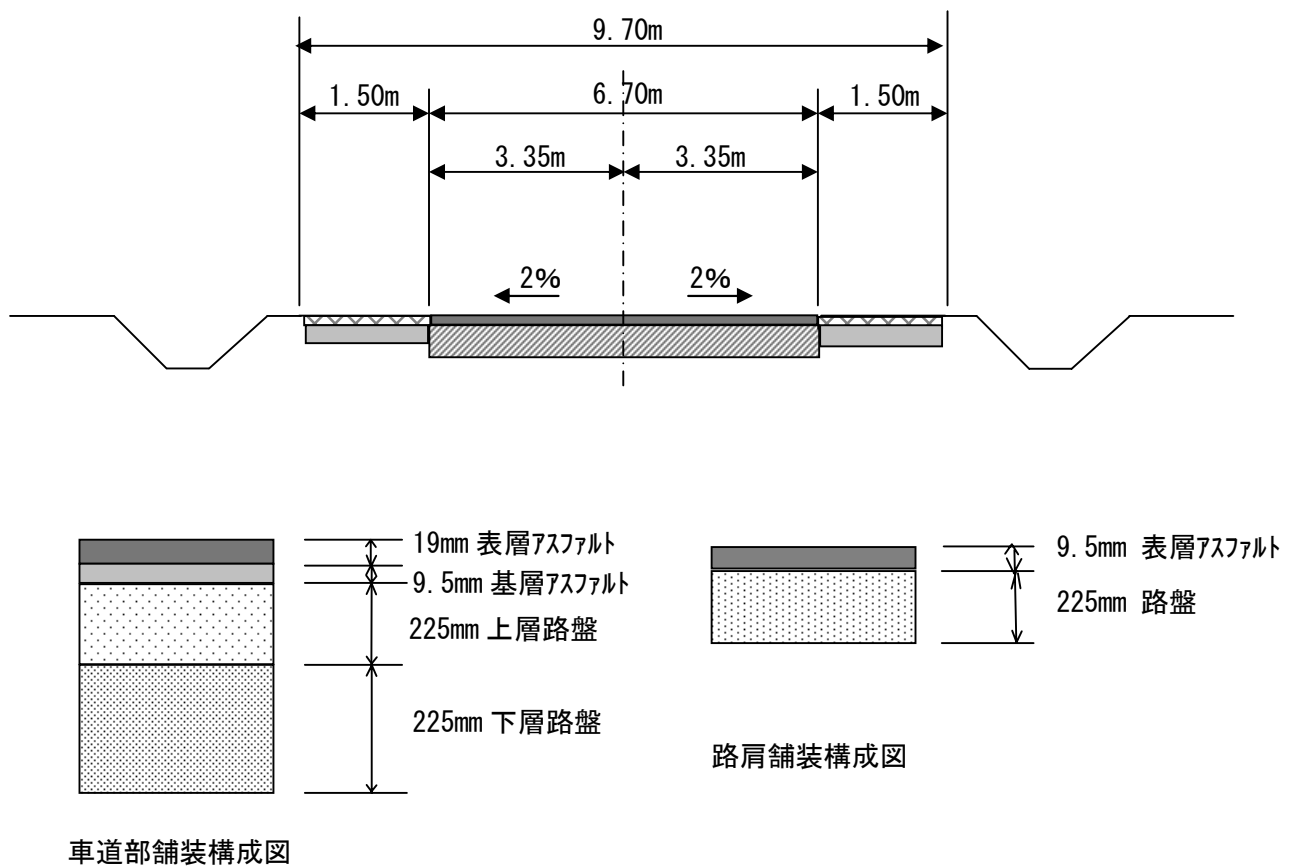
図 4-2-4 セナ回廊における交通量 (2006 年)

(7) 道路技術基準

「マ」国の道路設計・計画においては「Highway Design Manual, April 1978」を設計基準としていたが、最近では、SATCC (Southern African Transport and Communications Commission) 1998年の基準を利用している。これは南アを中心として南アフリカ諸国間の国際道路を統一するために策定された基準である。

セナ回廊の道路整備に当っては、新設の道路を建設することではなく、既設の各道路 M1、S151、S152 のリハビリまたは拡幅等の改修が必要になると思料される。したがって、これらの工事に当たっては、現在進められている工事に合わせた幅員構成を採用する必要がある。以下に、RA から得た情報を基に、現在工事が実施されている道路幅員構成を図 4-2-5 及び図 4-2-6 に示す。

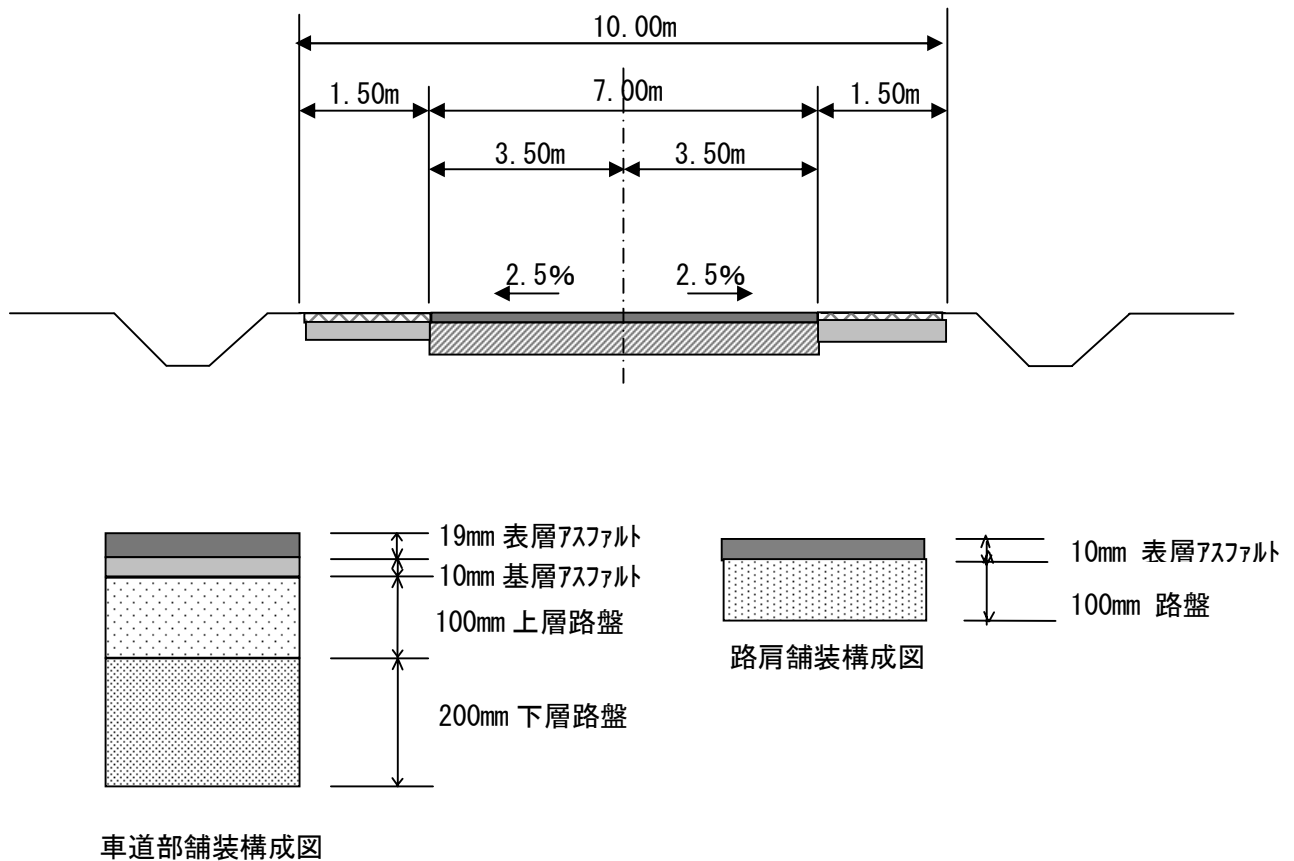
1) M1 の道路幅員構成



出典：Roads Authority

図 4-2-5 M1 の道路幅員構成図

2) S151 及び 152 の道路幅員構成



(注) 上記の路盤厚さについては標準的な数値を示しており、地域の土質性状によって変化する。

出典：Roads Authority

図 4-2-6 S151 及び 152 の道路幅員構成図

(8) 道路建設事情

1) 現地建設事情

「マ」国における幹線道路はアスファルト舗装として比較的整備されているものの、重量車による繰り返し荷重、舗装厚の不足、不適切な維持管理などにより舗装の劣化が目立っている。さらに、政府の予算に余裕がないため、このような幹線道路のリハビリ工事に当たっても EU や世銀などの外国ドナーの資金に依存しているのが実情である。セナ回廊の一部チクワワ～バングラ区間の道路リハビリ工事などは EU の資金を利用しており、この典型的な例といえる。

このように、「マ」国では道路建設といえば、そのほとんどが老朽化した道路の改修及び維持管理であり、新たに道路を建設することは極めてまれである。

RA は「マ」国全域の幹線道路に対して維持管理・運営を行っているが、4つの政令都市（リロングウェ、ブランタイヤ、ゾンバ、ムズズ）については、その都市が自ら維持管理を行うことになっている。しかし、現実には地方財政の問題から、政令都市内の幹線道路については RA

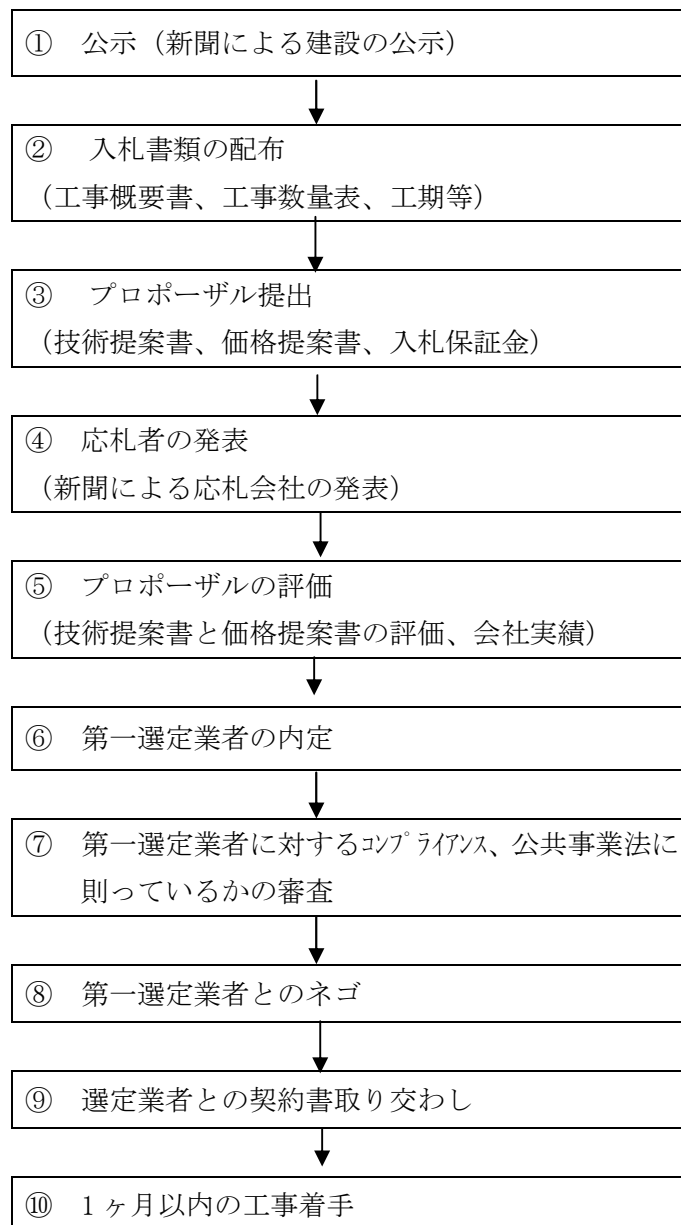
が維持管理を肩代わりしているのが実情である。すなわち、これらの政令都市も財政はかなり切迫しており、都市が管轄する道路を維持管理するだけで精一杯の状況であるといえよう。

「マ」国の会計年度は毎年7月1日～翌年6月30日となっているが、その1年間の道路改修費用を外国ドナーから資金を調達するため、さらに、現地建設業者に委託させるため、RA 及び各政令都市では予算の積み上げに十分な検討を行っているようである。

## 2) 現地入札事情

上述したように、道路改修するに当って「マ」政府は財政的余力がなく、世銀やEUなどの外国のドナーに頼っている。こうした背景から、RA や政令都市では現地コンサルタントや建設業者の選定に当たり、外国のドナーが実施している入札方法をそのまま踏襲している。表 4-2-2 に入札手順のフローを示す。

表 4-2-2 「マ」国の入札手順のフロー



## (9) 調達事情

### 1) 資材調達

ブランタイヤ市から東北方面約 20km の距離には良質な石材を産するウジュキ採石場があり、市の近郊でチレカ国際空港へ行く途中の道路脇に良質の客土を産出する場所がある。さらに S152 沿線のチクワワ付近でも砕石場がある。したがって、道路建設材料の入手には何ら問題はない。

しかし、アスファルト瀝青材だけは外国からの輸入に頼らざるを得ない。「マ」国におけるアスファルト原料の輸入搬入路は決まっており、2,400km も離れた南アのダーバン港にて 200 リッター入りのドラム缶を荷揚げ運搬・搬入している。このため、アスファルト瀝青材が高価となり、内陸輸送費が全体の工事費を大きく増加させている



S152 沿線のチクワワ付近における砕石場

### 2) 機材調達

「マ」国では大きな道路新設工事が行われていないため、大型建設機械は非常に少なく台数も限られている。土木工事によく利用されるモーターグレーダーであればブランタイヤ市でも所有しているが、アスファルト・フィニッシャーや大型転圧機械などは近隣諸国から取り寄せるしか方法はない。したがって、機械リース代も高額となり、全体的に建設費を押し上げているのが現状である。

なお、ブランタイヤには大型建設機械を保有している P.V.H.O (MoTPI 所管の建設機械修理工場) がある。しかし、ほとんどの建設機械は老朽化しており、施工能力も不十分とのことである。



バングラ～ンサンジェ間道路改修工事  
施工業者は本社をポルトガルに置く Mota Engil である。



## 3) 道路建設費単価

表 4-2-3 に道路改修における主要な建設単価を示す。「マ」国は物価や人件費が極めて安いことから、輸入品でなければ比較的高額なものは少ない状況である。

表 4-2-3 主要建設単価 (2004 年)

土工		単価 (MWK)	単位
1	岩の掘削	3,300.00	m <sup>3</sup>
2	盛土 (現場の客土を使用)	990.00	m <sup>3</sup>
3	整地、散水	99,000.00	km
4	岩石積み上げ工	2,475.00	m <sup>3</sup>
5	舗装道路の路肩整備・仕上げ (片側のみ)	445,500.00	km
6	舗装道路の路肩補修	1,320.00	m <sup>3</sup>
7	裏込め土工	315.00	m <sup>3</sup>
8	石積み工	15,750.00	m <sup>3</sup>
9	蛇籠	13,650.00	m <sup>3</sup>
10	蛇籠の補修	2,100.00	m <sup>3</sup>
排水工		単価 (MWK)	単位
11	レンガ張り排水路	1,155.00	m <sup>2</sup>
12	ヒューム管設置 (径 600mm)	13,200.00	m
13	ヒューム管設置 (径 900mm)	18,700.00	m
14	構造物取壊し	1,121.25	m <sup>3</sup>
15	排水溝の清掃	862.50	ヶ所
路盤工		単価 (MWK)	単位
16	クラッシャーラン敷設・転圧	4,704.00	m <sup>3</sup>
17	粒度調整砕石敷設 (最大乾燥密度 98%)	2,200.00	m <sup>3</sup>
18	粒度調整砕石敷設 (転圧なし)	1,552.50	m <sup>3</sup>
19	路盤締固め (最大乾燥密度 90%)	168.00	m <sup>2</sup>
アスファルト舗装工		単価 (MWK)	単位
20	パッチング (40mm~25mm 厚)	1,725.00	m <sup>2</sup>
21	オーバーレイ (25mm 厚)	1,207.50	m <sup>2</sup>
22	アスファルト表面処理 (19mm 砕石)	517.50	m <sup>2</sup>
23	アスファルト表面処理 (10mm 砕石)	420.00	m <sup>2</sup>
24	スラリーシール表面処理 (10mm 厚)	336.00	m <sup>2</sup>
25	スラリーシール表面処理 (5mm 厚)	252.00	m <sup>2</sup>
26	コンクリート縁石設置	672.00	m

(出典: Blantyre City Assembly)

## 4) 道路建設実施例による概算建設費

概略建設費の算定に当たって、実際に EU の資金によって建設された道路改修工事の実施例を工種ごとに分けて表 4-2-4 に示す。

表 4-2-4 ブランタイヤ市内の道路改修工事費

工種		建設費(US\$)	割合(%)
1	土工	23,198	2.3
2	路盤工	248,152	24.6
3	アスファルト舗装工	470,746	46.7
4	縁石・管工事	82,511	8.2
5	側溝施設	175,147	17.3
6	雑工	9,190	0.9
	小計	1,008,944	100.0
7	準備工及び一般管理費	336,315	
	小計	1,345,259	
8	予備費 (10%)	134,526	
	合計	1,479,785	

出典：Blantyre City Assembly

上記の表の工事延長は 2.33km であるから、k m 当たりの建設費は\$635,021 (日本円では約 6,350 万円、ただし US\$1=100 円) となる。上記の建設は 2 車線道路、路盤厚 15cm、アスファルト厚 4cm となっており、EU 資金源による建設である。また内訳をみると、アスファルト舗装工だけで全体工事費の約半分にも達することが分かる。

「マ」国ではアスファルト原料を南アのダーバン港から陸揚げし、ジンバブエ、モザンビークを経て約 2,400km もの遠方からトラックにて搬入しており、そのためアスファルト舗装工は特に高額になっている。さらに道路建設に必要な大型建設機械のリース代、アスファルト・プラントや建設機械の損料が建設費の高騰を招いているものと思われる。

なお、マラウイ連邦商工会議所 (Malawi Confederation of Chambers of Commerce) によれば、「マ」国の輸送コストは輸出入品にかかる 40~55% にもなるとの報告がある。

## 4-2-2 調査対象道路の問題点

### (1) セナ回廊の道路ネットワーク

#### 1) 「マ」国内におけるセナ回廊の道路ネットワーク

セナ回廊はブランタイヤから「モ」国のベイラ港までの道路、鉄道輸送のルートであるが、ブランタイヤからバングラまでは M1 だけでなく、S151 及び S152 のルートも考えられる。既存の M1 ルートはブランタイヤから 40~50 km 付近において山下りの路線となり、曲線半径は小さく縦断勾配も大きい。このためコンテナ車のような大型貨物車の走行には不適當な線形となっている。

一方、M2 及び S151 を経由してブランタイヤからバングラへ行くルートを利用すれば、M1 のルートより適切な線形となり、大型貨物車も比較的スムーズに走行できるものと思われる。さらに、ブランタイヤからバングラまで M1 では 120km であるが、M2 及び S151 を経由した場合 112km となって、8km 短縮される。「図 4-2-3 セナ回廊の路線図」を参照のこと。（なお、本調査では雨期だったため、S151 の路線を十分に調査することが不可能だったことから、S151 のルートが M1 より線形に優れているとは断定することはできない。本調査にて十分な検討が必要である）

なお、チロモ地区における流出箇所への復旧については、S151 及び S152 沿線の住民たちの生活道路として重要であるばかりでなく、上記の理由からも緊急性は大きく、かつ必要性も十分な案件といえる。

#### 2) 「モ」国におけるセナ回廊の道路ネットワーク

本調査は「マ」国内の道路事情が主であったため、「モ」国におけるセナ回廊の道路ネットワークについてはあまり触れていない。しかし、「マ」国からベイラ港までのセナ回廊は約 540km にも達し、「マ」国においては約 200km のみとなっている。セナ回廊は「マ」国、「モ」国の両国の道路が同じように整備されていることが不可欠で、「モ」国に属する残り 600km に及ぶ道路も国際回廊として、大型貨物車の走行に何ら支障がないことを確認する必要がある。

### (2) チロモ地区における道路復旧

本案件の主要目的は 1997 年にチロモ地区を襲った大洪水による災害復旧である。この大洪水のため S151 におけるチロモ地区は道路も鉄道も押し流され、13 年経った今なお復旧されずに遮断したままである。

この地区の復旧については「4-3 橋梁」で詳細に述べているので、この道路セクターでは触れていないが、道路復旧の立場からチロモ地区を観察した場合、特に問題なのが、右の写真にあるコルゲートパイプを利用したカルバートである。復旧にあたっては、このカルバートを再度使用できるのか、十分な検討が必要である。



費用のかかる橋梁とせずコルゲートパイプ使ったカルバート形式。再度流出される危険性を孕んでおり検討を要する。

### (3) 雨水排水施設の整備

対象地区の年間降雨量は約 800mm でそれほど大きくないが、雨期と乾期が明確で、乾期にはほとんど降らないため、実際は雨期の半年間だけが降雨量として示されている。さらに「マ」国の降雨強度は著しく、南国のスコールと同じように短時間に豪雨が襲ってくる。こうしたことから降雨量はさほど大きくないが、豪雨による被害が大きく、道路表層を著しく損傷している。

「マ」国の排水施設は貧弱で、ほとんどコンクリート構造物を設置せず、路肩の土を掘っただけである。そのため、豪雨による路肩の舗装が著しく洗掘され損傷している。道路整備に当っては、こうした雨水による排水施設を考慮した設計が求められている。



降雨強度が大きいため、路肩付近の舗装が洗掘されている。雨水の排水施設を整備する必要がある。

### (4) アスファルト舗装厚

「マ」国ではアスファルトの原料である瀝青材を輸入しなければならないため、アスファルト舗装工事が道路工事費の約半分を占めている。こうした事情から「マ」国のアスファルト舗装は厚さが薄く、軸重の大きな大型車両が走行する道路では舗装の損傷が著しい。この損傷をできるだけ少なくするため、路盤の転圧を十分行なう、良質な路盤材を使って十分締め固めるなどの工夫が必要と思われる。

### (5) 高価な建設事情

道路建設に当っては、路盤工事や構造物建設に必要な石材やコンクリートは現地にて生産できるが、内陸国である「マ」国は外国からの建設資機材を「モ」国や南アの港湾から輸送しなければならない。舗装工事にはアスファルト材料が不可欠で、外国から輸入する必要がある。RAによれば、アスファルト材料はシンガポールまたはドバイから南アのダーバン港に陸揚げされ、それから 2,400km の距離をトラックで運搬してくるといふ。こうした輸入材料が建設費を大きく圧迫しているのが実情である。

アスファルト材料の輸入ルートがベイラ港でなくダーバン港である原因等を確認し、ベイラ港で許容する可能性があるか確認する必要がある。ベイラ港が活用できる場合、セナ回廊が整備されれば今までの輸送距離が 3 分の 1 も短縮され、輸送費も低減し、建設も容易になるものと期待される。

### (6) One Stop Border Post (ムワンザ国境)

「モ」国とのムワンザ国境では、1 日当りの交通量 525 台（2006 年、後述の「モ」国の道路ネットワーク参も照のこと）であり、両国間に約 3~6km の緩衝地帯がある。通関に片側国境で 2

日要し、越境するには4日必要である。

車両属性としては、「マ」国が50%、「モ」国が25%、ジンバブエ及び南アが25%といった状況であるが、セナ回廊が復活した場合、このシェアも大きく変化するものと思われる。



#### (7) One Stop Border Post (マルカ国境)

「マ」国の上位計画である MGDS にも国際回廊の国境施設は One Stop Border Post とすることを謳っている。セナ回廊の国境マルカでは写真に見られるように「モ」国でも国境施設を設けており、今後、国境通過において迅速な対応をすることが必要と思われる。



### 4-3 橋梁

#### 4-3-1 チロモ地域

##### 4-3-1-1 チロモ地域の概況

###### (1) チロモ～バングラ旧広域図

チロモ～バングラ間の旧広域図を下図に示す。当地図の作成年度は1989年であり、20年以上も前のものであるため、地形の形状、特に湿地帯の形状が現在と大きく異なっている。特に、チロモ～バングラ間における鉄道盛土区間の北側上部にある湿地帯の形状は、大きく変わっている。これは、1997年の大洪水の時に、シレ川の上流の堤防が決壊し、湿地帯に流出した大量の洪水により鉄道の盛土区間が崩壊したことにより、湿地帯がシレ川の支川になってしまったためである。

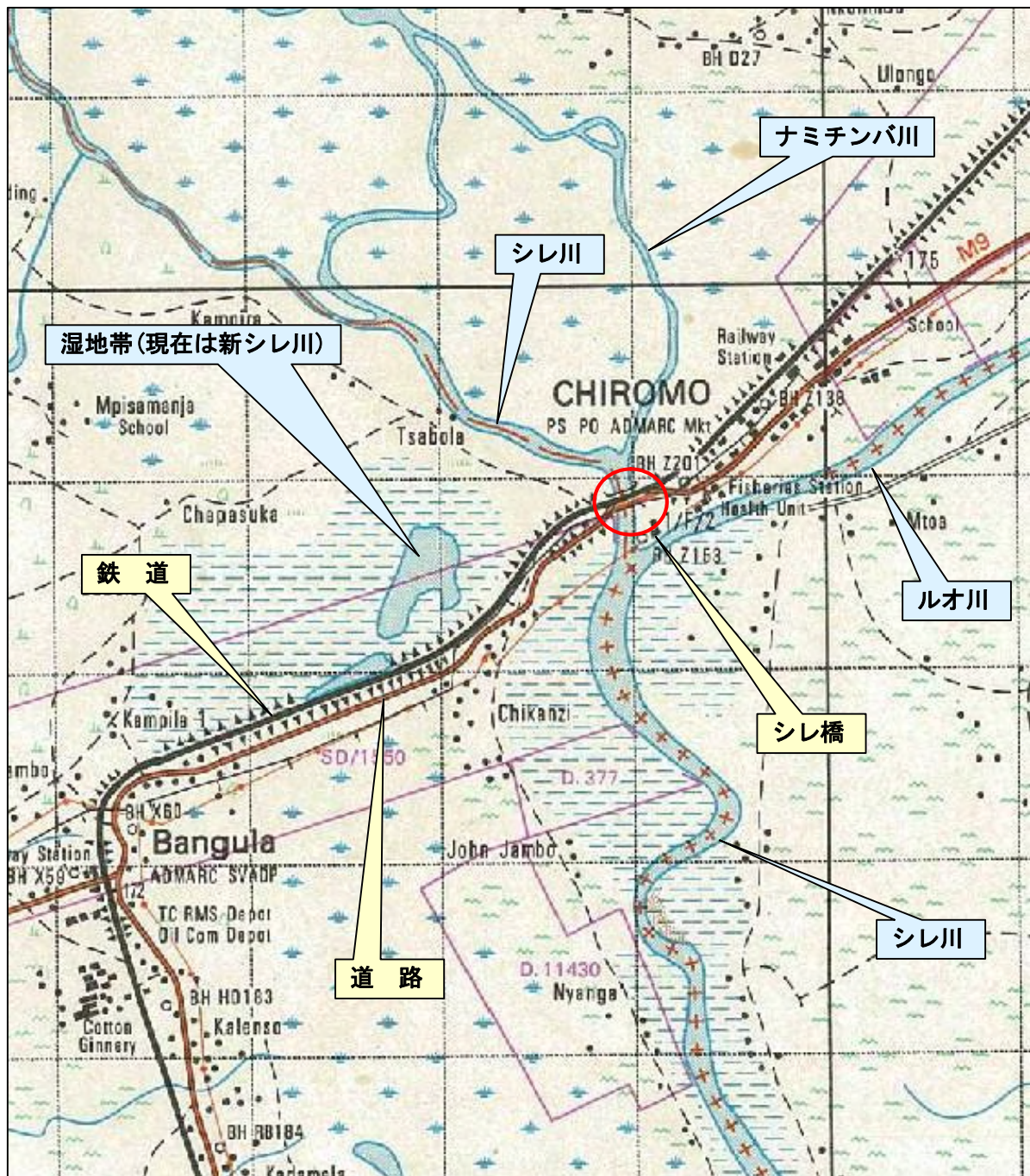


図 4-3-1 チロモ～バングラ旧広域図

(2) 諸河川旧状況図

1997年の大洪水以前のシレ川、ルオ川及びナミチンバ川の状況と鉄道、道路及びシレ橋との関係を図 4-3-2 に示す。

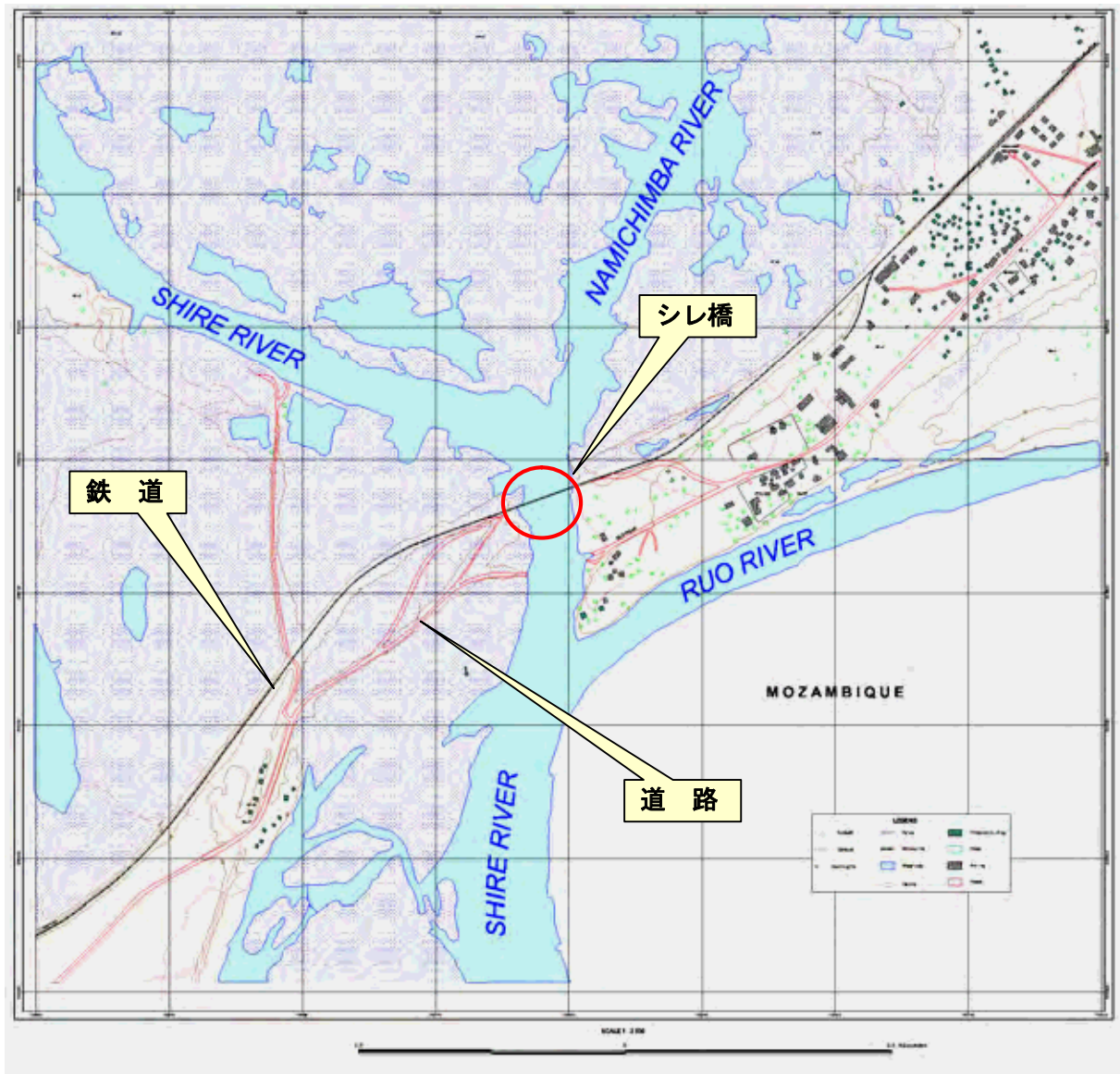


図 4-3-2 諸河川旧状況図

(3) チロモ～バングラ現況図

1997年の大洪水により鉄道及び道路の盛土区間が流失して、不通となっている現在の状況、及び湿地帯がシレ川の支川となってしまっている現在の新シレ川（支川）、シレ川（本川）、ルオ川及びナミチンバ川の現況図を図 4-3-3 に示す。

4-3-1-2 大規模流失部の状況

(1) 大規模流失部現況図

1997年の大洪水により鉄道及び道路の盛土区間が大規模に流失して、不通となっている現在の状況図を図 4-3-4 に示す。

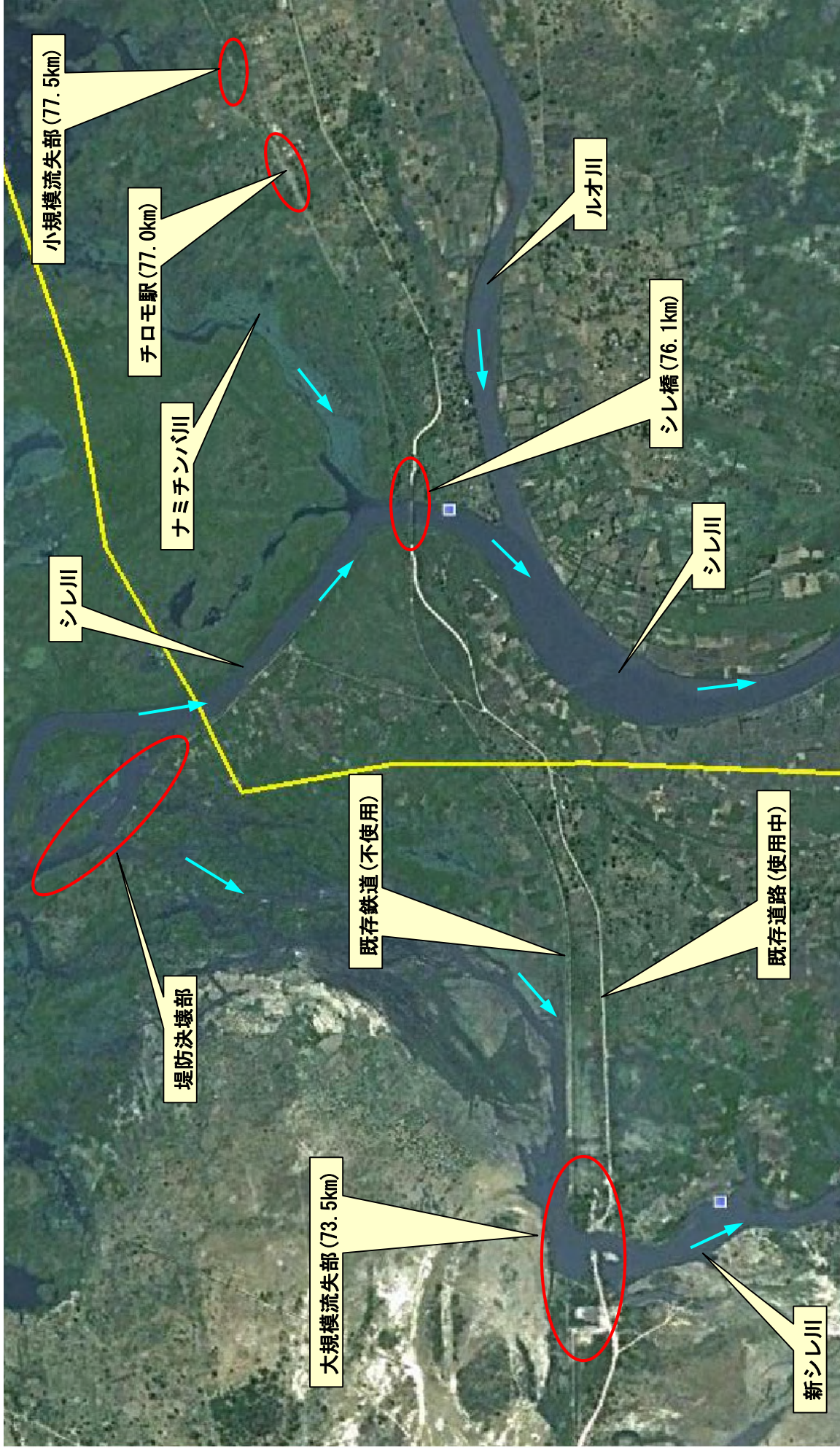


図 4-3-3 チロモ〜バングラ現況図



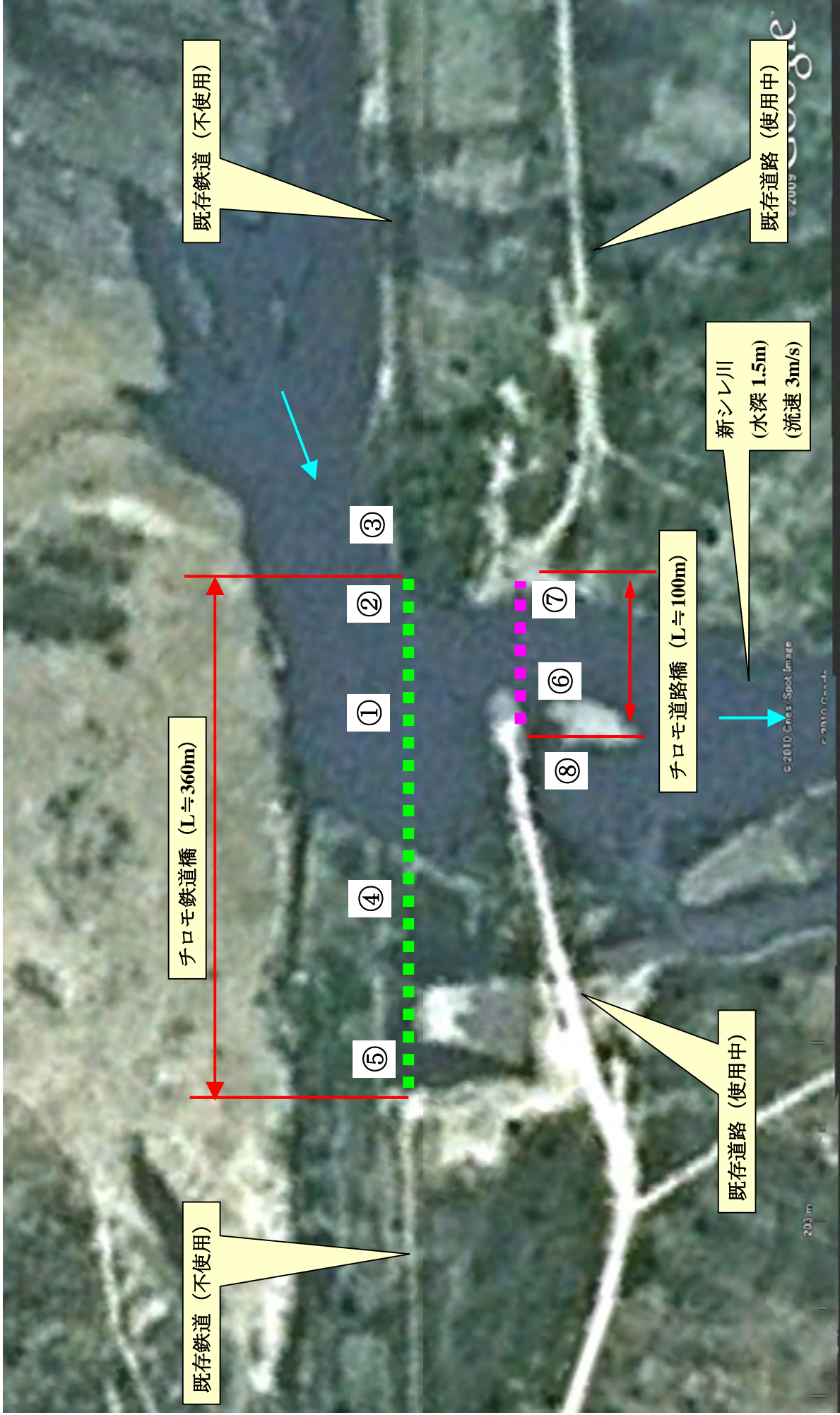
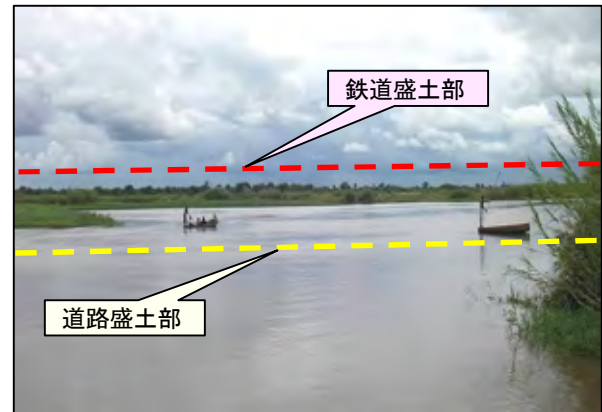


図 4-3-4 大規模流失部現況図

## (2) 流失部の状況

### 1) 鉄道及び道路盛土区間

1997年に大洪水に襲われる前は、チロモ地域には鉄道の盛土区間が構築されており、盛土区間の北側にある湿地帯にシレ川上流の堤防から溢水した水が溜まっていたものと思われる。また、鉄道の盛土区間の南側には、道路の盛土区間が構築されており、大洪水に襲われるまでは道路の盛土区間は鉄道の盛土区間に防護されているような状態であった。



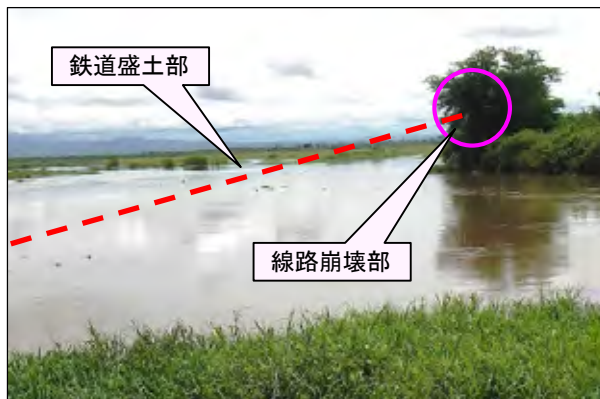
① 流失した鉄道及び道路盛土区間

### 2) 鉄道盛土区間の流失状況

#### i) チロモ側

鉄道盛土区間は、湿地帯に溜まってくる水を堰き止める堤防のような働きをなしていたが、シレ川上流からの溢水が多くなるにつれ、盛土法面が弱体化していった。盛土法面が浸水する恐れがある時は、通常、護岸工を施すが、鉄道敷設時はそのような事態まで想定できずに、盛土区間を構築していったものと思われる。

シレ川から越流してきた水が盛土を浸潤し、盛土本体が弱体化されつつあった時に、1997年の大洪水に見舞われ、盛土区間が流失したものと考えられる。



② 鉄道盛土部と崩壊部



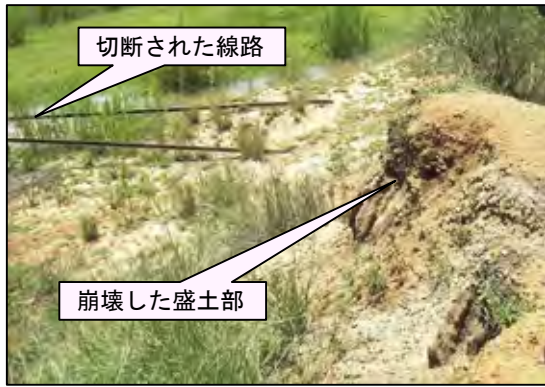
③ 崩壊した鉄道線路部

#### ii) バングラ側

バングラ側の盛土区間は、チロモ側に比べて大きく浸食されており、盛土区間の流失長 360m の内、約 260m はバングラ側である。バングラ側の方がチロモ側より流失被害が大きかった原因としては、シレ川上流からの越流水が盛土区間のチロモ側からバングラ側に流れてきており、バングラ側に大きく滞水する傾向にあったためと思われる。



④ 流失した鉄道盛土区間



⑤ バングラ側の盛土区間の被害状況



⑤ 切断され、放置されている線路

### 3) 道路盛土区間の流失状況

道路盛土区間の北側に鉄道の盛土区間が構築されていたため、鉄道盛土区間が堤防の役割を果たしていた。その結果、道路盛土区間の洪水による被害は、鉄道盛土区間に比べて小さかった。鉄道盛土区間の流失長が約 360m であったのに対し、道路盛土区間の流失長は約 100m であり、鉄道盛土部に比べて約 1/4 であった。



⑥ 流失した道路盛土区間 (バングラ側を見る)



⑥ 流失した道路盛土区間 (チロモ側を見る)



⑦ 手漕ぎボートが唯一の通行手段



⑧ 新シレ川形成により水が流れてこないカルバート

(3) シレ橋部

1) シレ橋部現況図

シレ川に架橋されている3連のトラス橋である既存シレ橋（鉄道／道路併用橋）、鉄道、道路及びシレ川、ルオ川の現況を図 4-3-5 に示す。

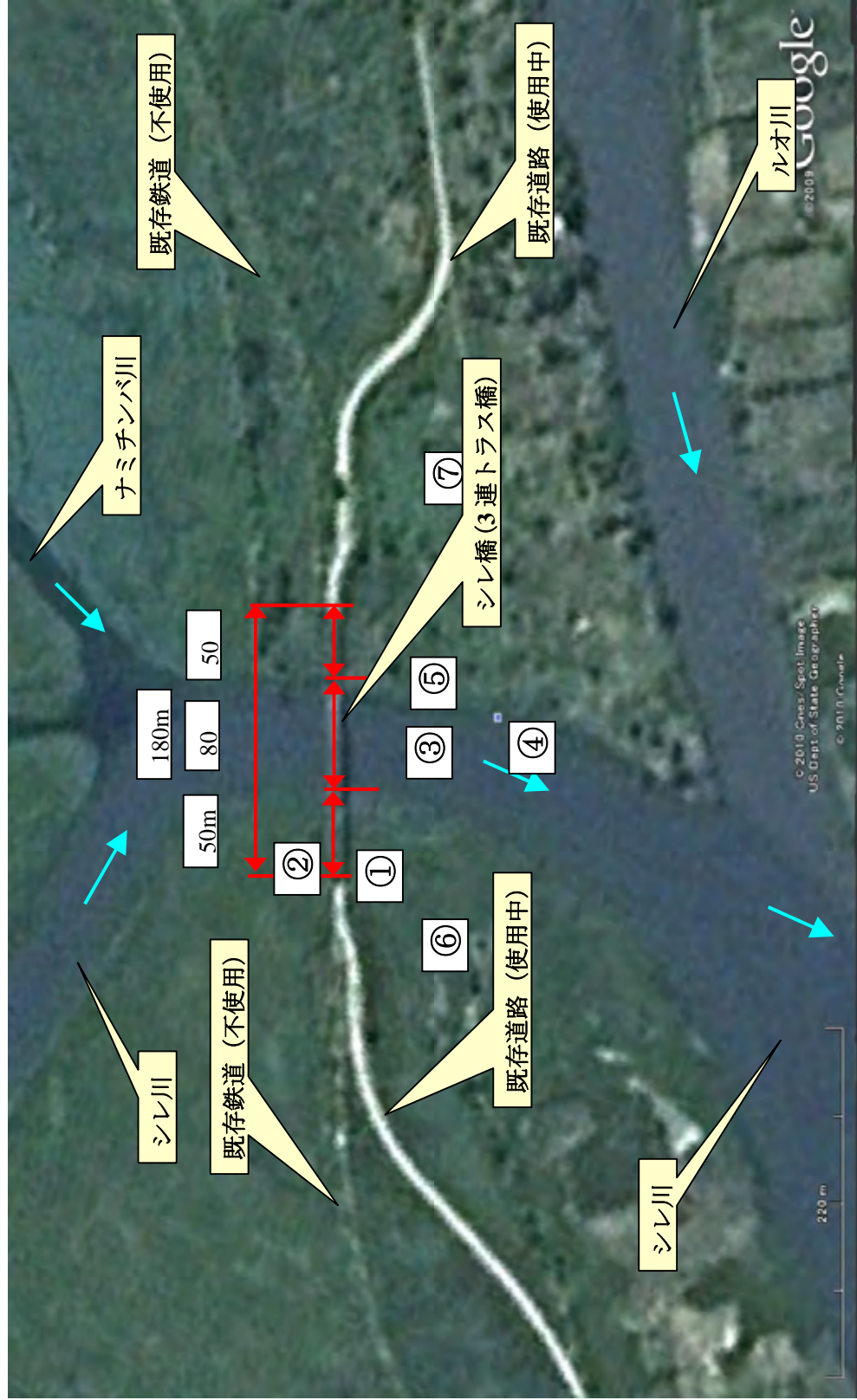


図 4-3-5 シレ橋部現況図

## 2) シレ橋の状況

### i) シレ橋の利用形態

1949年の洪水により旧チロモ橋が流された後、現在のシレ橋が建設された。当初は鉄道専用橋として設計する計画であったが、自動車も通行できるようにして欲しいとの住民からの要望があり、鉄道・道路併用橋として設計された。

当初の設計では、枕木の上にレールを敷設する計画であったが、自動車も通行できるようにするために、レールの内外にグレーチングを敷設し、鉄道・道路併用橋として、設計・建設した。



① 現在は道路橋として利用されているシレ橋

### ii) シレ橋の健全度

シレ橋は、イギリスが架橋したこともあり鋼橋であり、建設後50年以上が経過していると考えられるが、再塗装はされておらず、かなり腐食が進行している。今回の調査は目視によるものであり、腐食の影響がトラスの耐荷力にどの程度の影響を及ぼしているかを判断するにはさらに詳細な調査・解析が必要である。また、当橋を鉄道・道路併用橋として再度使用するのであれば、最低限十分な再塗装が必要である。

また、道路橋用としてグレーチング床版を敷設しているが、乗用車程度の重量であれば通行に支障はないと考えられるが、将来的に大型トレーラやダンプトラックが通行するようになる場合は、グレーチング床版では耐荷力的に問題があるので、コンクリート床版に代えることが望ましいと考える。



② 腐食の進むシレ橋



③ 耐荷力が不十分なグレーチング床版

当シレ橋は、自動車も通行できるようにと設計を見直したときに、歩道も設置して欲しいとの住民からの要望があり、シレ橋の下流側に歩道橋を併設した。しかし、歩道橋設置後50年以上経過するが、維持管理はほとんど行われていないため、かなり老朽化が激しく、床版が陥没している箇所もある。したがって、歩道橋に関しては、本格的な補強工事が必要である。

なお、橋梁本体の変状に関しては、縦断はほとんどレベルに保たれており、橋脚及び橋台の沈

下、洗掘、変位等は生じていないものと考えられる。



④ 劣化、損傷の著しい歩道橋



⑤ 縦断がレベルに保たれている橋体

### iii) 道路橋としての利用の可能性

シレ橋を本格的な道路橋として利用することはかなり困難と思われる。その一番大きな問題は幅員である。シレ橋は、本来単線の鉄道橋であるため、幅員が狭く、自動車の交互通行が出来ない。現在の交通量では問題にならないが、将来的に交通量が増えてきたときには、交互通行が出来ないため、交通上のボトルネックになることは明らかである。

さらに、トラスの高さが十分でないため、車高の高い車両が通過する場合は、車両の屋根や積んでいる荷物がトラスの橋門構に衝突する恐れがある。

また、シレ橋は、鉄道・道路併用橋であるため、橋の前後で道路の平面線形が鉄道と交差することになるが、この部分の線形の処理が乗用車程度であれば問題はないが、将来的に大型トレーラ等が通行するようになる場合は、事故等が発生する危険性がある。

以上のような問題を考慮した場合、シレ橋を将来、本格的な道路橋として利用するのは非常に困難であるため、将来交通量が増え、大型車が通行するようになった場合は、シレ橋の下流側に新たに道路専用橋を建設するのが望ましいと思われる。



⑥ 幅員が狭く交互通行が困難なシレ橋



⑦ 鉄道と道路の交差部

### 4-3-1-3 チロモ地域の調査結果

チロモ橋地域の現地調査により明らかとなった事項は下記のとおりである(図 4-3-1～図 4-3-5 参照)。

- 1) 大規模流失部に関しては、既に新シレ川が形成されており、この流路を塞ぐことは困難と考えられる(図 4-3-3)。
- 2) 大規模流失部の鉄道を現位置で復旧する場合、約 360m の橋梁が必要となる(図 4-3-4)。
- 3) 大規模流失部の道路を現位置で復旧する場合、約 100m の橋梁が必要となる(図 4-3-4)。
- 4) 大規模流失部以外の鉄道に関しては、現存する盛土区間を利用することが考えられるが、次のような洪水対策の検討が必要である。
  - (ア) 盛土区間への護岸等の防護工を実施する。
  - (イ) 全ての盛土区間に橋梁を建設する。
  - (ウ) シレ川に治水対策を施し、盛土区間に洪水が来ないようにする。
- 5) 大規模流失部以外の道路に関しては、現存する盛土区間を舗装整備し、1 部護岸工事を実施することにより、利用することが可能である(図 4-3-3)。
- 6) 既存のシレ橋に関しては、再塗装をして、鉄道橋のみとして利用することは可能と思われる。ただし、今後の詳細な健全度調査が必要である(4-3-1-2(3)2 ii)シレ橋の健全度)。
- 7) シレ橋を道路との併用橋として利用することは、通行制限を課さない限り、下記の理由により困難と思われる(ただし、今後の詳細な検討が必要)。
  - (ア) 現在のグレーチング床版は、大型トレーラに対し耐荷力が不十分であること(4-3-1-2(3)2 ii)シレ橋の健全度)。
  - (イ) トラスの建築限界(高さ)が低く、車高の高い大型トレーラがトラスの橋門構に衝突する恐れがあること(4-3-1-2(3)2 ii)シレ橋の健全度)。
  - (ウ) 幅員が狭いために、交互通行が出来ないこと(4-3-1-2(3)2 ii)シレ橋の健全度)。
- 8) 将来的には、既存のシレ橋の下流側に、道路橋としての新シレ橋の建設が必要と思われる(図 4-3-5)。
- 9) チロモ橋及び新シレ橋を計画・設計するときは、特に縦断高について下記の事項に留意する必要がある。
  - (ア) シレ川及び新シレ川の船舶航行の可能性について調査し、船舶航行の可能性がある場合は、船舶の寸法及び水位変動を基に、航路限界を確定する。
  - (イ) 既存シレ橋の桁下～水面迄の高さを測定し、縦断計画に反映させる。
  - (ウ) マンゴチ橋(マラウイ湖とマロンベ湖を結ぶ河川上に架橋)の桁下空間(20 フィート≒ 6.1m)の根拠を調査し、チロモ橋の航路限界の参考とする。

4-3-1-4 チロモ地域の復旧計画

大規模流失部、盛土区間部、既存シレ橋部及びシレ川上流部も含めたチロモ地域の短期・中期・長期の復旧計画は下表のとおりである。

表 4-3-1 チロモ地域の復旧計画

工事箇所	対象	短期 (5年以内)	中期 (5~10年)	長期 (10~20年)
大規模流失部	道路	・道路専用橋 (橋長 L≒100m) の建設	・なし	・なし
	鉄道	・なし	・なし	・鉄道専用橋の建設 (橋長 L≒360m)
盛土区間部	道路	・護岸工 (新橋よりバンングラ側 260m) ・護岸工 (新橋よりチロモ側 150m) ・全盛土区間の舗装化	・縦断の低い区間の嵩上げ	・越流区間の高架化
	鉄道	・なし	・なし	・全盛土区間の高架化
	道路	・なし	・なし	・道路専用橋 (橋長 L≒180m) の建設 (既存シレ橋の下流側約 100m の位置)
既存シレ橋部	鉄道	・既存シレ橋の補修・補強 (自動車通行のため)	・既存シレ橋の補修・補強 (自動車通行のため)	・鉄道専用橋 (橋長 L=180m) の建設 (既存シレ橋の撤去・架け替え)
シレ川上流部	堤防	・なし	・なし	・堤防の建設 ・水門の建設



### 4-3-2 他区間の橋梁・カルバートの状況

#### (1) S151 道路

S151 道路は、チョロ〜テケラニ〜マカンガ〜バングラ間を結ぶ延長 94km の第二次道路で、セナ回廊の一部である。現在は土道であるが、舗装道路に改良する計画があり、既に詳細設計は終了している。クウェート、OPEC、BADEA（アラブ経済開発銀行）のファンドにより、近々工事が開始される予定である。

現場は雨季のため、道路は非常にぬかるんでおり、車の通行はほとんど困難な状況であり、チョロから数 100m 行ったところで、通行不能となってしまう、1 橋しか調査できなかった。

ヌスワジ川橋は、3 径間 RC ホロースラブ橋（3@10m=30m）であり、橋面舗装がかなり痛んでおり、高欄も劣化・損傷が著しい。下部工は、見た目にはさほどの劣化・損傷はなかった。



ヌスワジ川橋全景（正面）



ヌスワジ川橋全景（側面）



ぬかるみで通行不能な道路

#### (2) S152 道路

S152 道路は、タブワ〜マサンヘレ〜セブン間を結ぶ延長約 60km の第二次道路で、マカンガ〜ブランタイア間を結ぶ S151 道路の代替機能を果たす道路である。現在は土道であるが、舗装道路に改良する計画があり、Bua Consulting というオーストラリアのコンサルタント会社によって道路設計が終了している。しかし、道路整備の資金源は今のところ未定である。

##### 1) 橋梁

##### i) チノロ橋

チノロ橋は、4 径間 RC 桁橋（4@10m=40m）であり、橋面舗装はほとんど劣化してしまい、コンクリート面がむき出しの状態である。橋脚の頭部に上部工の水平移動を防止する突起があるが、車両の衝突により、損壊している。また、幅員は 1 車線分しかなく、かつ高欄がないため、車両転落の危険がある。



チノロ橋全景（側面）



橋面の劣化及び橋脚柱部の損壊



堤防のない河川

ii) タンガドリ橋

タンガドリ橋は、4 径間の鋼鈹桁橋（4@25m=100m）であり、一見すると連続桁のようであるが、必ずしも同一の桁ではなく、径間毎に形式が異なっている。特に、中央径間はゲルバー桁形式のようになっており、4 径間が不揃いであり、きちんとした設計が成されているのか不明である（図 4-3-6 参照）。

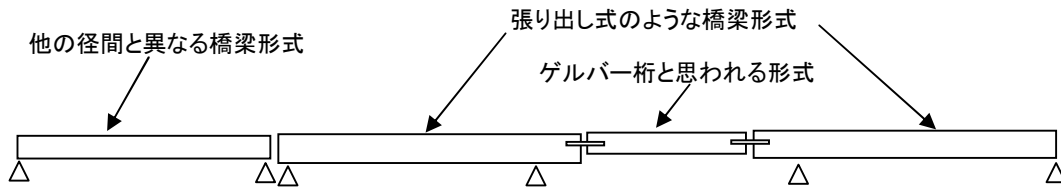


図 4-3-6 タンガドリ橋の不揃いな橋梁形式

また、橋面舗装にわだち掘れが生じており、降雨による滞水が見られる。下部工は外観的には目立った劣化・損傷は見られなかった。堤防は砂質系の自然堤防であるため、雨季の洪水時には大きく浸食されている。



不揃いな橋梁形式



滞水している橋面



浸食される自然堤防

2) カルバート

S152 道路を横断する大きな河川は、リブンズ川とミロレ川の 2 河川である。その他の河川は小さな沢であり、雨季に降雨水が流れているが、乾季中は降雨はないため、ほとんど水は流れていない。雨季においても大きな流れになることはないため、ほとんどはカルバートで十分対応できている。



僅かに水が流れているカルバート



カルバート上面



僅かに水が流れているカルバート

### 3) コーズウェイ

水深が浅く、かつ川幅が比較的広い箇所にはコーズウェイが設置されている。コーズウェイは、橋梁やカルバートに比べて施工が容易であり、かつ工事費が安価であるため、比較的多くの箇所で設置されている。乾季ではほんの僅かしか流れていないが、雨季になると越流水が多くなる。しかし、一般的に車両が通行できなくなるほどの越流水が発生することはなく、仮にそのような大規模な越流水が発生した場合でも、数時間で越流水は引けてしまうのが通常である。



比較的段差のあるコーズウェイ



コーズウェイの上を通る村人



かなりの越流水のあるコーズウェイ

### (3) M1 道路

セナ回廊の内、バングラからモザンビークとの国境の町マルカまでの間 77km は M1 道路であり、バングラからンサンジェ間 48km は現在、全区間において工事中である。ンサンジェからマルカ間 29km は 1 車線の幅員しかなく、砂利道または土道であり、雨季の大雨の日には走行できないほどの悪路となっている。

バングラからンサンジェ間の道路整備工事は「マ」国の予算によって進められている。橋梁やカルバートなどの構造物はほぼ完成しており、本年度中に工事は完了するものと思われる。



道路整備によりほぼ完成している M1 道路上の橋梁



道路整備によりほぼ完成している M1 道路上のボックスカルバート

## 4-4 水運

### 4-4-1 水運の現状と課題

#### (1) 「マ」国の河川交通の現状

19世紀時代はイギリスが「マ」国を統治し、ポルトガルが「モ」国を統治していた。当時アフリカ内陸部からイギリスやポルトガルなどの諸外国へ物資を輸送するには、もっぱら河川が輸送手段の中心であったことから、シレ川やザンベジ川は河川交通機関として重要な役割を担っていたものと思われる。

このように、当時「マ」国が外洋へと結ぶ唯一の交通手段はシレ川であり、その「マ」国の河川交通の拠点はンサンジェであった。したがって、当時のンサンジェはポートヘラルドと呼ばれ、シレ川の内陸港として今日よりも栄えていたものと思われる。1世紀半にも及ぶこの河川交通は1964年におけるイギリスからの独立によってさらに最盛を迎えるはずであった。ところが1970年後半における「モ」国における内戦勃発によって「マ」国の対外貿易ルートは閉ざされ、河川交通は停止の憂き目を見ることになった。

その後1992年「モ」の平和合意に至るまで、「マ」国の貿易ルートは水運から道路交通に取って代わり、タンザニアのダルエスサラーム港及び南アのダーバン港に移行した。この影響は「モ」国のナカラ港やベイラ港が再開されても引き継がれ、貨物輸送の主役は道路交通が中心となり、水運は輸送手段としての機能を失ってしまった。今日ではシレ川における河川交通は対外貿易としてほとんど利用されず、渡し舟のような限られた地元民たちだけの交通手段となっている。

#### (2) シレ・ザンベジ水路輸送計画

現政権の大統領が「マ」国南部地域の出身であることもあり、現在シレ川を中心とする「マ」国南部地域における開発計画が進められており、世銀、EU、AfDBなどが調査に乗り出している。特に世銀は「シレ・ザンベジ川流域水資源プロジェクト」として、電力、灌漑、洪水対策などを計画している。また、南部地域におけるシレ・ザンベジ水路輸送計画としては、以下の調査が実施されており、これらの概要を以下に述べるとともに、図4-4-1にシレ・ザンベジ水路輸送航路図を示す。

##### 1) The Development of the Shire – Zambezi Waterway Project, Apr. 2005

本レポートは「マ」国政府から Heads of State and Governments of the Implementation Committee (HSGIC)を通し New Partnership for Africa's Development (NEPAD)に提出することを目的に作成されたもので、本プロジェクトの実現に向け NEPAD の援助を期待しているものと思われる。

したがって本レポートにも、シレ・ザンベジ水路輸送を再開することは「マ」国にとっても「モ」国にとっても非常に重要な案件であると述べている。

##### 2) Pre-feasibility Study for the Reopening of the Shire – Zambezi Waterway, Oct. 2006

本レポートはEUの支援により、ドイツのコンサルタント HYDROPLAN 社が調査を行ったものである。「マ」のンサンジェ港と「モ」のチンデ港の河川長は325kmであるが、本レポートはさらに、港湾施設の不備なチンデ港を通過しベイラ港まで、インド洋沿岸を南下する外洋航路についても述べている。また本計画では河川の浚渫、狭隘部の拡幅、港湾設備の整備、鉄道のリハビリ、さらに各種河川航行船舶などの検討も具体的に調査している。内部収益率 (IRR) はどの代替案でも11%以上と算定され、フィージブルであると結論付けている。

### 3) The Shire Today (Volume 001, Issue 001)

これはシレ・ザンベジ水路輸送計画を側面から支援する一般雑誌である。約100ページから成るこの雑誌はシレ・ザンベジ水路輸送計画に関係する多数の関係者にインタビューを行い、人物写真なども挿入し、雑談形式にて記述している。ンサンジェ港建設、シレ・ザンベジ水路輸送計画は「マ」国にとって、経済効果が非常に高い国家プロジェクトであるという賛美の文章で埋められている。

さらに広告収入を図るためか、運送会社、自動車メーカー、物流関係会社、建設会社、食料品会社などの広告が3分の1を占めており、しかも最初のページには、ンサンジェ港の建設を担当している Mota Engil 社のインタビューから始まっている。



図 4-4-1 シレ・ザンベジ水路輸送航路図

### (3) ンサンジェ港開発計画

「マ」国第5ヵ年国家開発計画（MGDS: Malawi Growth and Development Strategy 2006-2011）にはンサンジェ港の開発計画促進が謳われている。この上位計画に基づき前述の各種レポートが作成されたものと思われる。本調査においてンサンジェ港開発計画関係者らインタビューを行った。その面談結果を以下に述べる。

#### 1) Marine Department との面談

MoTPI の下部機関には海事局（Marine Department）という組織があり、マラウイ湖及びシレ川の水運における行政管轄局となっている。

「マ」国の水運は、現在シレ川では運行されておらず、マラウイ湖内交通に限られている。マラウイ湖で運行している2隻の客船は日本からの供与で、貨物船はドイツからの供与である。また、マラウイ湖南端に位置するモンキー・ベイにおける港湾設備も日本からの供与となっている。ンサンジェ港は水深10mまで掘削を行いうが、平均6m～10mの間で水位の変動があり、岸壁前面では8mを確保できると考えている。接岸できる最大の船は、長さ65mで8,000～10,000トンクラスを計画している。主要な輸送品目は燃料になるであろう。しかし「マ」国政府は国際航路船舶を保有していないので、PPPなどにより船を調達することになる。また、ンサンジェ港のEIAはEUが調査をすることになっている。

シレ・ザンベジ水路輸送航路は水深の浅い箇所、曲線の短い蛇行した箇所などがあり、航行に支障があるため今後浚渫や、河川改修が必要である。さらに、現在「モ」側のチンデ港の港湾設備は不十分なため、チンデ港が整備されるまで、ベイラ港まで航行し、ベイラ港にて積み替えるなどの手間が必要となっている。

#### 2) ンサンジェ港建設現場における関係者との面談

ンサンジェ港は国境マルカから29kmに位置し、人口19,000人の町である。ンサンジェ港開発プロジェクトはMOTA-ENGIL社（ポルトガル）がBOT事業として開発している。

建設中の港湾岸壁は幅7m、延長260m、水深約10mで計画しており、岸壁を支える杭はφ900mmで、杭長24mとなっている。建設はフェーズ1及び2から成り、フェーズ1は、岸壁の建設が主体で、今年7月に船舶の試験入港を予定している。フェーズ2では、倉庫や格納庫、貨物積替え施設などを建設する。また、将来は国際空港建設の計画もある。

現在工事中のバングラ～ンサンジェ間の幹線道路M1の道路改修はンサンジェ港へのアクセス道路も兼ねている。セナ鉄道は、港湾のコンテナヤードに隣接しているが、フェーズ1の計画図には、引き込み線や積み込み施設は考慮されていない。当面はトレーラ輸送による積替えになるものと思われる。

ンサンジェ港からチンデ港までの航路は、シレ川を下り、ドナアナでザンベジ川と合流しチンデ港に至る238kmである。しかし、航路は概ね5m位あるが最浅部は2.5mしかない。さらに蛇行部分などがあるため、船長65m未満しか通行できないと思われる。



ンサンジェ港の岸壁建設工事現場  
 写真の左側が岸壁前面で、右側は岸壁後背地として倉庫などが建設される予定。なお、岸壁及び護岸工事が完成したらシレ川から水を引き込む予定となっている。



The Shire Today (Vol. 001)より  
 ンサンジェ地区開発計画図

### 3) MoTPI 関係者との面談

シレ・ザンベジ水路輸送計画に当って航路の必要な水深と幅員は以下の通りとなっている。

- ① 必要最小航路水深：3.0m
- ② 必要最小航路幅員：30.0m

輸送貨物としては、コンテナ、燃料、雑貨、肥料、メイズ、旅客などが考えられるが、上記の航路制限から必要な船舶としては以下のバージが考えられている。

- ③ バージ長：約 55m
- ④ 喫水深さ：河川部 2.3m、外洋沿岸部 3.4m

### (4) 水運の課題

水運は自然が造った輸送ルートとして古来エジプトでも利用されていた。大量の貨物輸送が可能のためバルク輸送に適しているだけでなく、エネルギー消費量が極めて小さいことから輸送単価が非常に安いなどの利点がある。しかし、以下のような課題があり、これらの課題の克服がシレ・ザンベジ水路輸送計画の成否にかかわるものと思われる。

- ① 航路の水深を絶えずモニタリングし、浚渫工事を実施して水深を確保する必要がある。
- ② 航路の水深確保のために維持管理費が高い。
- ③ 雨期の洪水時や乾期の早魃時には水運が遮断される可能性がある。
- ④ 輸送に時間がかかるため、時間的に余裕のある、限られた貨物が対象となる。

- ⑤ 港湾施設として貨物を荷揚げ、荷下ろし設備、ガントリークレーン、貨物を保管する倉庫等が必要となるばかりでなく、これらの貨物を保守管理する会社が必要となる。
- ⑥ 生産地から港湾まで、道路であればアクセス道路、鉄道であれば引き込み線路などを必要とする。
- ⑦ 夜間の航行は困難で昼間しか運行できないため、道路や鉄道輸送に比べ、輸送効率が著しく劣る。

「マ」国ではシレ・ザンベジ水路輸送を停止してから既に30年以上が経過しており、水運の実績も経験も消えうせており、バージも保有していない。しかも上記のような課題を抱えており、この水運を再開させるには、多大の困難が伴うものと思われる。また、最後に付け加えなければならないのは、ンサンジェ港湾が完成してもそれに見合うだけの貨物需要が喚起できるのか、という大きな問題が残されており、その解決を今の内から準備する必要がある。



## 4-5 自然条件

### 4-5-1 水理・水文

#### 4-5-1-1 気候・気象

「マ」国全体の気候は亜熱帯気候に属しており、一般に雨期は11月から4月で725～2500ミリの雨がまとまって降り、乾期は5月から8月で降雨はきわめて少ない。冷乾季は平均気温が17～27度と、比較的過ごしやすい気候となっているが、乾季でも9月から10月にかけては特に暑く、気温が25～37度にまで上昇する。

プロジェクト対象地域に近いマカンガの月別降雨量および気温を表4-5-1及び表4-5-2に示す。降雨量は800ミリ内外であり、降雨は少ない地域に属する。気温は年間平均が26℃内外で、雨期は30℃に近くなり乾期は20℃よりやや高くなる。最高温度と最低温度の差は年間を通して約10℃内外となる。

なお、気象データは、Ministry of Natural Resources, Energy and Environment 所属の Malawi Meteorological Service より入手したもので、主要観測所は全国で22カ所あり、近傍には他にンガブ、ミモサなどがある。

表 4-5-1 月別平均・最低・最高・平均降雨量 (マカンガ)

SEASON	JAN.	FEB.	MAR.	APR.	MAY	JUN.	JUL.	AUG.	SEP.	OCT.	NOV.	DEC.	TOTAL
平均	180	146	105	35	14	16	15	8	6	20	69	154	766
最大	363	516	293	182	55	69	66	34	33	113	228	348	1207
最小	0	1	6	0	0	0	0	0	0	0	3	0	327

recent 53 years

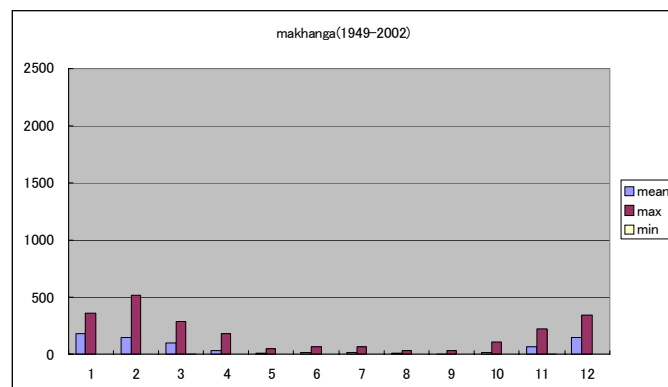
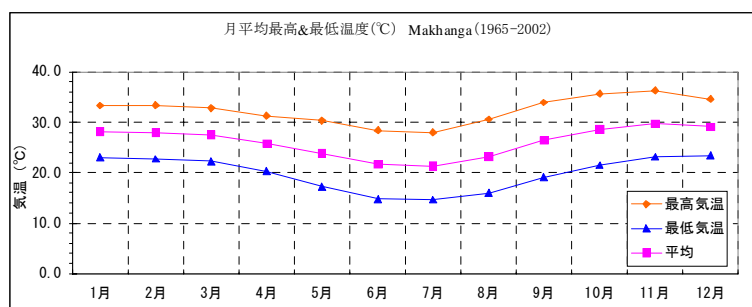


表 4-5-2 月別平均・最低・最高・平均気温 (マカンガ)

°C	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	mean
min	23.0	22.7	22.2	20.3	17.3	14.8	14.6	16.0	19.1	21.5	23.2	23.4	19.8
max	33.3	33.3	32.8	31.3	30.3	28.3	28.0	30.6	33.9	35.7	36.3	34.6	32.4
mean	28.1	28.0	27.5	25.8	23.8	21.6	21.3	23.3	26.5	28.6	29.7	29.0	26.1



#### 4-5-1-2 河川

プロジェクト区域を流下するシレ川は、水源であるマラウイ湖から唯一流下している河川であり、国道1号線にかかるシレ橋直下流で左岸支川のルオ川を合流した後、アフリカ有数の大河川であるザンベジ川と合流する「マ」国を代表する河川である。

シレ川に合流するルオ川は、南部のムランジェ山を源とする流域面積4,900Km<sup>2</sup>の河川であり、降水量の多いシレハイランド流域の流量を流下させることから周期的に発生するシレ川区域の深刻な洪水の原因となっている。

シレ川にかかる国道1号線上のシレ橋付近一帯は、上下流とも広大な湿地帯となっており、雨期には湛水して水位が上昇し、シレ川を中心として下流に流下している。

国道1号線と鉄道はこの広大な湿地内を平行して通っている。鉄道は氾濫原に盛土で構築されて高く、道路は鉄道の南側（シレ川氾濫原の下流）に平行した位置関係にあり鉄道より低い。このため、雨期には鉄道盛土がシレ川氾濫原の湛水池を締め切る堤防となり、洪水時の上流側水位が上昇する。鉄道盛土は水位上昇の外力を受けるが、道路は洪水時の冠水のみで、大規模流失（Washaway）区間以外は流失しておらず現在も供用されている。

水位上昇の原因は盛土部の橋梁やカルバートの流下断面不足が主な原因であると言われているが、ルオ川合流によって生ずる水位上昇も原因の一つであると想定されている。また、鉄道盛土の崩壊はルオ川の洪水による盛土に沿った流れが生じたため、法面洗掘を引き起こしたのが原因であるとの報告もある。

シレ橋から南の国道1号線は73.5km地点では、洪水時に鉄道盛土が崩壊し、道路区間も一緒に大規模流失（Washaway）しており、幅100m、深さ5mと推定されるシレ川の新河道が形成され、現在では主流となっており、この間の道路、橋梁の必要性は高い。

プロジェクト区域付近の水文データは、日平均の流量及び水位の観測データがあり、Ministry of Water Development で入手した。

シレ川では、チモロ観測所、ルオ川ではシノヤ及びサンダマ観測所の記録があるが、主要な年最大洪水や大洪水時のデータがいずれも欠測しており、主な原因は観測機器の故障であるとの報告があった。

このため、これらを補完する必要がある。補完の手法としては、過去の水理水文解析結果・文献などの収集に加え、地元住民などを対象としたヒアリングを行って、道路や橋梁計画の基本事項である計画高水時の水位や流量の推算を行う必要がある。

プロジェクト区域における洪水時や長期間の水収支を十分把握した水理水文解析を行って基本条件を決定しバランスのとれた施設計画を行う必要がある。

## 4-5-2 その他自然条件

### 4-5-2-1 地形

マラウイは南緯 9~17° ・東経 32~35° 付近のアフリカ東南部で、アフリカ大地溝帯の南端に位置しており、マラウイ国内の地形は次のように 3 区分できる。即ち、

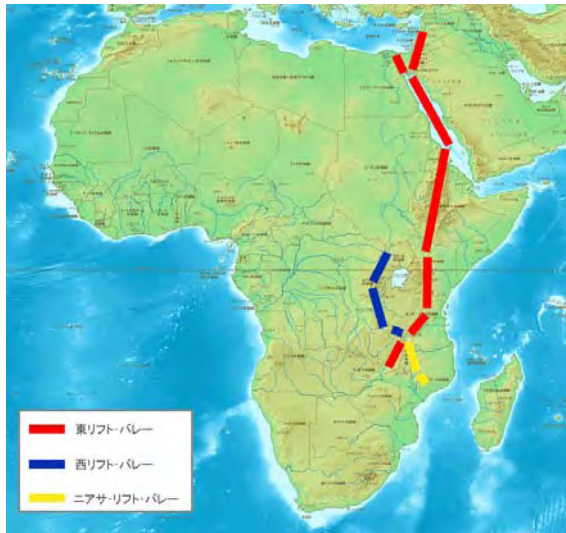
- ① 大地溝帯マラウイ湖及びシレ川付近の低地区(The Rift Valley Basin)
- ② 標高 1200m~2500mの高原地区(The High Plateau)
- ③ ①と②の間である低丘陵地帯(The Lower Plateau)

図 4-5-1 に示すように、大地溝帯 Great Rift Valley はアフリカ大陸東端を南北に縦断する巨大渓谷でプレート境界の一つである。大地溝帯の渓谷は一般的には幅 35~100km、総延長 7,000kmにも及んでおり、谷底から両側に正断層で切られた落差 100mを越える急な崖及びその後背高地が特徴的であり、その地形により気候や自然・生物環境等が大きく影響されている。「マ」国はその大地溝帯の底に生成されたアフリカ大陸第 3 番目・世界で 9 番目の大湖マラウイ湖の西岸にある南北に細長い国であり、南北の長さは 860km、幅は 90km~161km。陸地面積は 94,000km<sup>2</sup> で、北はタンザニア、南はモザンビーク、西はザンビアと国境を接する内陸国である。国土の 5 分の 1 はマラウイ湖を最大として多くの湖沼や川などの水域があり、水上総面積は約 24,000km<sup>2</sup> である。マラウイ湖名は「マ」国が 1965 年に改名したが、それまではニアサ湖と呼ばれており、湖面内を国境とするタンザニアとモザンビークはその新名称を正式には承認していない。湖面の全面積は略 29,600km<sup>2</sup> で、日本の九州を少し小さくした程度である。水面の標高は海拔+473m、水深は最大で 700m で、湖は漁獲資源を得る場であり観光資源でもある。湖南端からシレ川が流れ出し、340km 流下して南の「マ」国境を越えてモザンビーク国内でザンベジ川に合流する。また、国土には多くの高原あり、マラウイ湖岸西部は標高 2000mのビヒア・ニイカ両高原、南部はゾンバ台地がある。

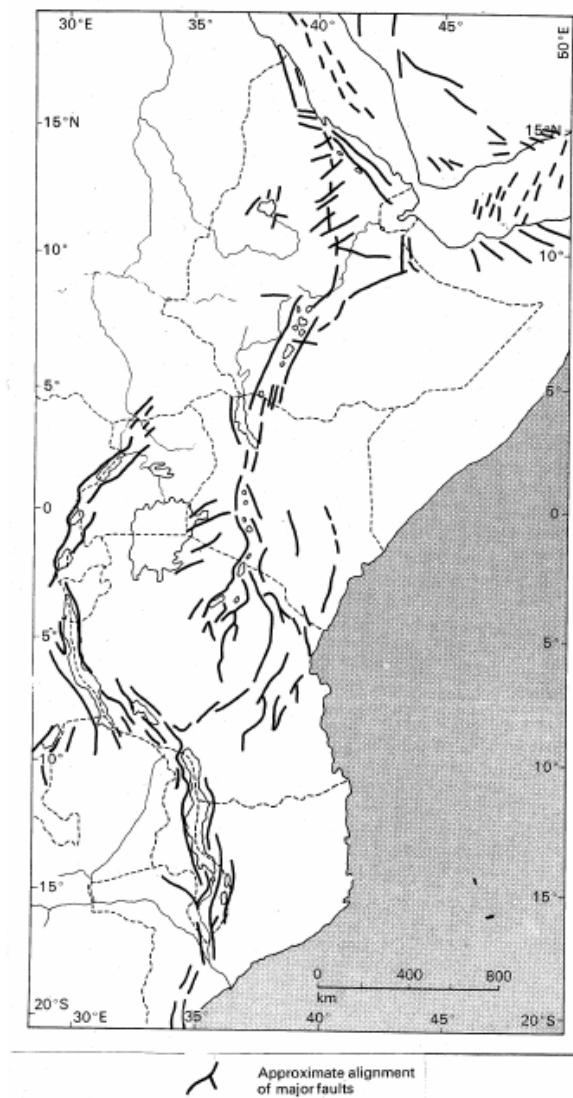
図 4-5-2 にシレ川の模式縦断図を示すが、シレ川は水面標高+474mのマラウイ湖を源流としブルランタイヤ市北から途中 5 つの滝を経て急激に標高を減じてチクワワ北部で 100m前後となるが、シレ川は地溝帯の底部で氾濫原となって蛇行してエレファント湿地を形成しながら流下し、特にチロモ北側付近ではその流路は不明確になるが、基本的には地溝帯崖の方向に平行に流れている。一方、ルオ川は森林保護区である標高 3000mのムランジユ山南麓を西南方向に直線的に流れてからチロモ付近でシレ川に合流する。

### 4-5-2-2 地質

図 4-5-3 のチロモ付近地質図に示すように、地域の基盤岩は先カンブリア紀から古生代の片麻岩系・結晶片岩系・白粒岩系の変成岩を主とし、これらにはNE-SW方向の斑レイ岩貫入が多く見られるが、この貫入活動は前期ジュラ紀の火山活動と言われ、さらに前期白亜紀までの同様な貫入岩も見られている。断層崖はNW-SE方向に発達し地域の基本となっており、マラウイ地溝帯の東の境界を示している。そしてシレ渓谷低地は第四期の河川堆積物がこれら基盤岩を覆って分布している。その河川堆積物の層厚は未確認であるが、40km 南東のンサンジェ港栈橋建設での杭止まり深度は 24mとの報告もあり、20m前後と思われる。



出展：Wikipedia



出展：RIFTS AND VOLCANOES by Dr.Celia Nyamweru

図 4-5-1 アフリカ大地溝帯

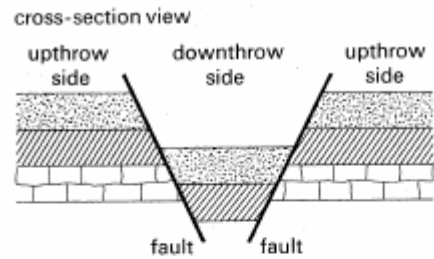


Figure 2.12  
A simple graben formed by normal faulting

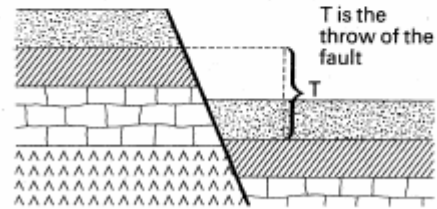


Figure 2.6  
The throw of a fault

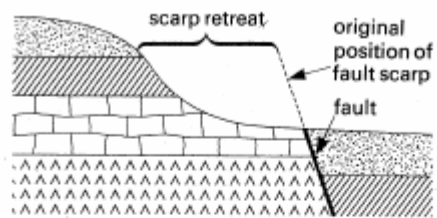


Figure 2.7  
An older fault seen in cross-section

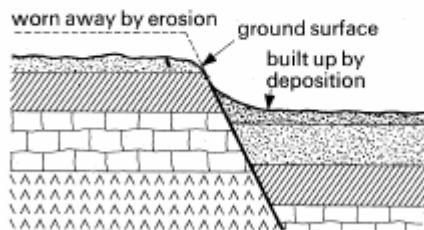


Figure 2.8  
A fault-line scarp seen in cross-section

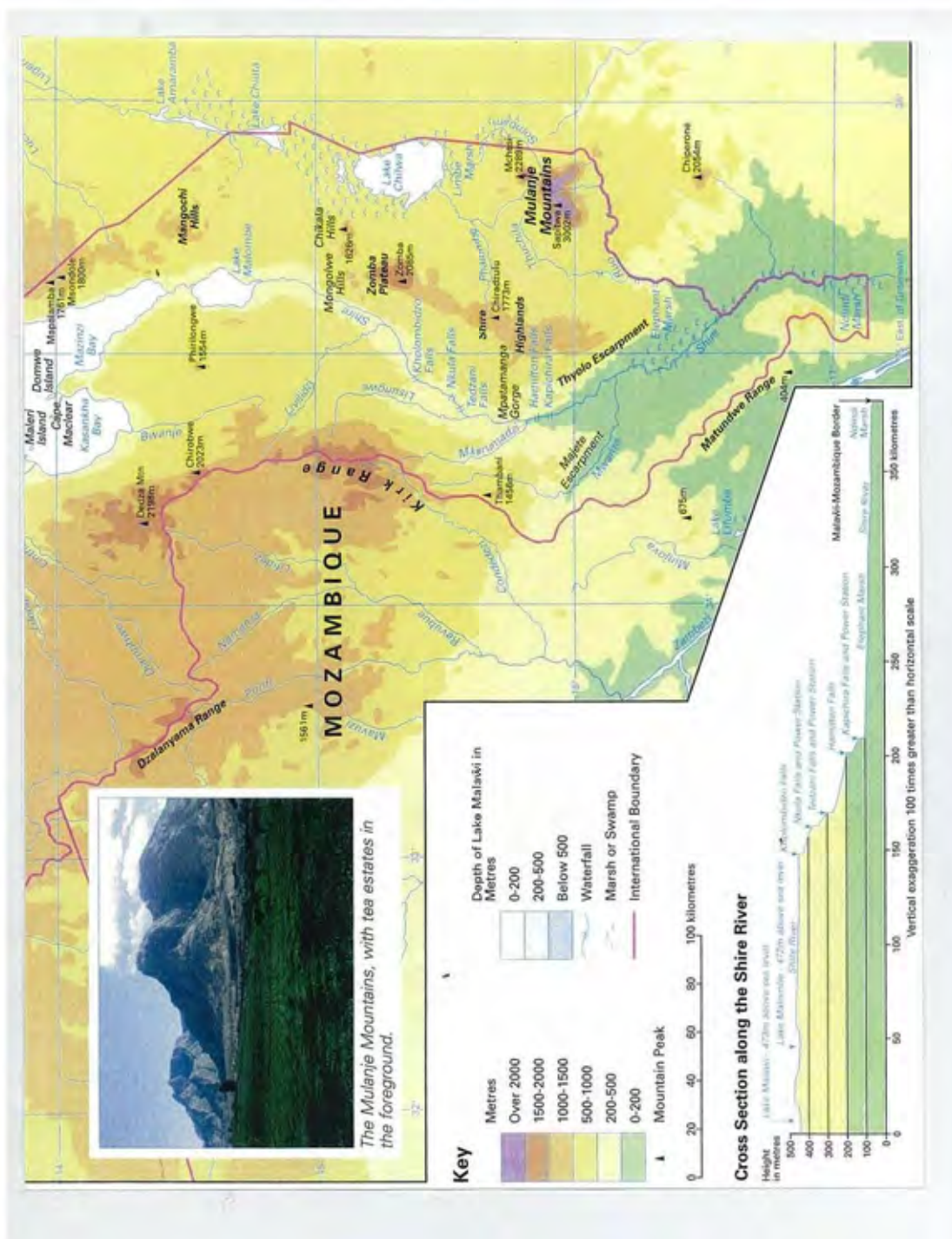


図 4-5-2 シレ川縦断面図

出典：A New Macwillan School ATLAS

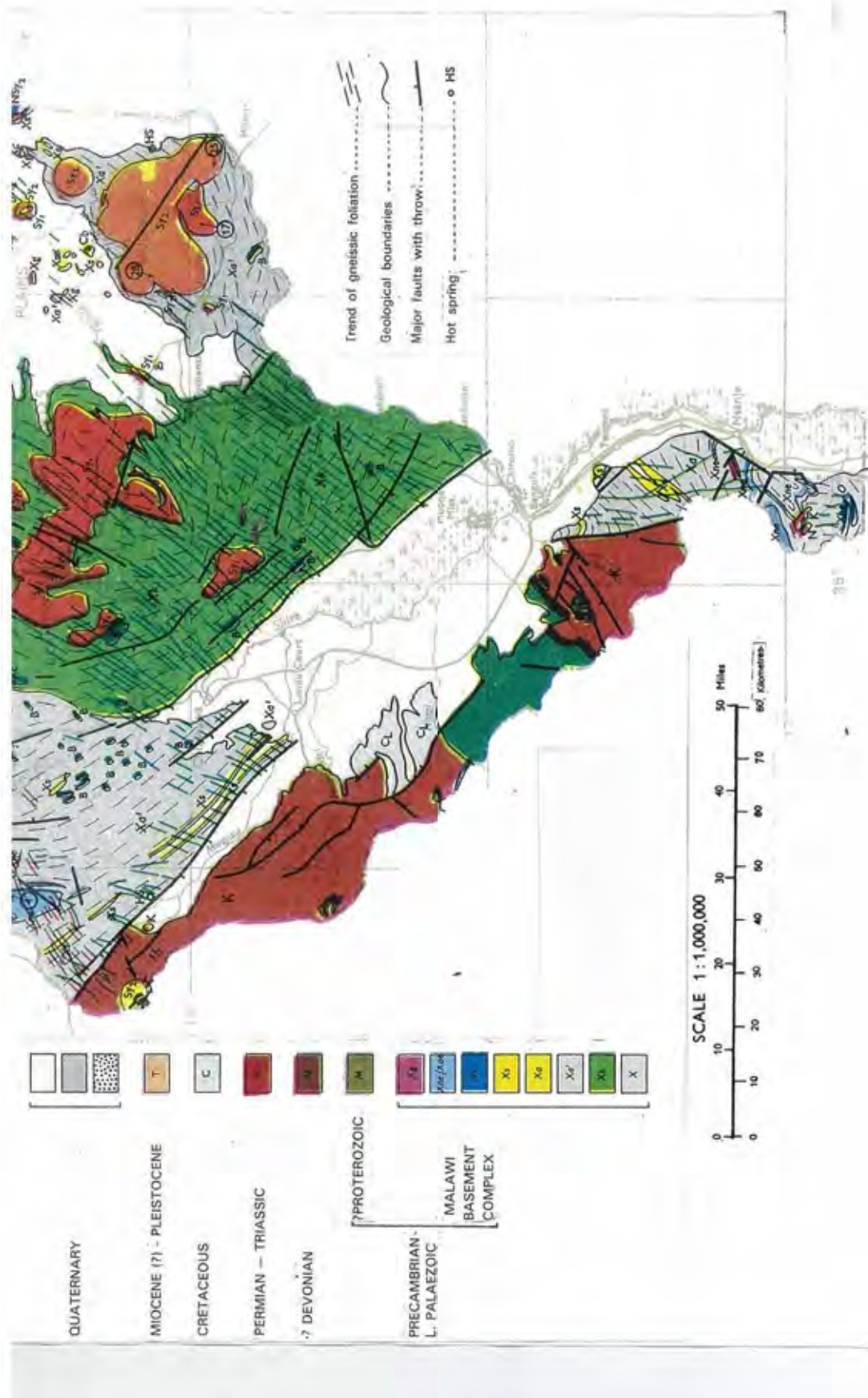


図 4-5-3 チロモ地域の地質図 (Geological Map of Malawi 1966)

### 4-5-2-3 自然生態系

「マ」国の国立公園・保護区など以下の種々の指定された自然区があるが、プロジェクト地域である南部地方にも多く存在する（\*は南部地方）：

国立公園；5 地区—Kasungu, Lake Malawi, Lengwe\*, Liwonde, Nyika

野生生物保護区；4 地区—Majete\*, Mwabvi\* Nkhota-Kota, Vwaza Marsh

ラムサール湿地登録；1 地区—Lake Chilwa\*,

世界自然遺産；1 地区—Lake Malawi National Park

ユネスコ生物圏保護区；1 地区—Mt.Mulanje\*

以上に加えて、全土で209の森林保護区が指定されており、観光・野生生物・文化省国立公園・野生生物部(Department of National Parks and Wildlife-DNPW)は主に国立公園と野生生物保護区を管理し、それ以外は多くの団体・NGOなど協調して保護を行っている。

例えば、Lake Chilwaは1997年にラムサール湿地登録地になったが、153種の留鳥と30種の渡り鳥が報告されている。登録以前はそれらは重要な食料とされており保存が危惧されていたが、12種がラムサール基準に合致し、特に Marsh Owl, Pinkbacked Pelican, Blackheaded Heron, Greyheaded Gull, African Skimmerなどが認められている。なお、Lake Chilwaは魚類も豊富で、漁獲量は全土の4分の1とも言われている。

また、マラウイ湖国立公園はユネスコが指定する世界自然遺産に登録されているが、同様に魚が豊富で、伝統的にマラウイ国民の食料源となってきた。シクリッド科(カワスズメ)では多くの固有種を含む800種(5000種とも言われるが)以上が生息する。この中でもっとも有名な魚はチャンボ(Chambo)でムブナやティラピヤが豊富であるが、これらは食用と同時に観賞用としても売買されている。特に観賞用としては重要な輸出品目であるが、野生の生息数は乱獲や水質汚染で急速に減少しているとの報告もある。また、カパンゴ(Kampango)という大型のナマズも有名である。



チャンボ



なまず

なお、マラウイ湖には30種ほどの巻貝類が知られているが、マラウイ湖に限らず、アフリカ南部の淡水域には哺乳類に寄生する住血吸虫がある種の貝類に寄生しており、水に入った場合に皮膚から進入する恐れがあると言われており注意が必要である。水質はPH7.7~8.6のアルカリ性である。

一方、高地には主にアフリカン・マホガニー-Brachystegiaを主とする森林があるが、自然林面積は国土の約4分の1程度で少なく農耕地が60%を越える。

4-5-2-4 地震

(1) 「マ」国における過去の地震

「マ」国において1901年～2007年にかけて発生した地震分布図を図4-5-4に示す。

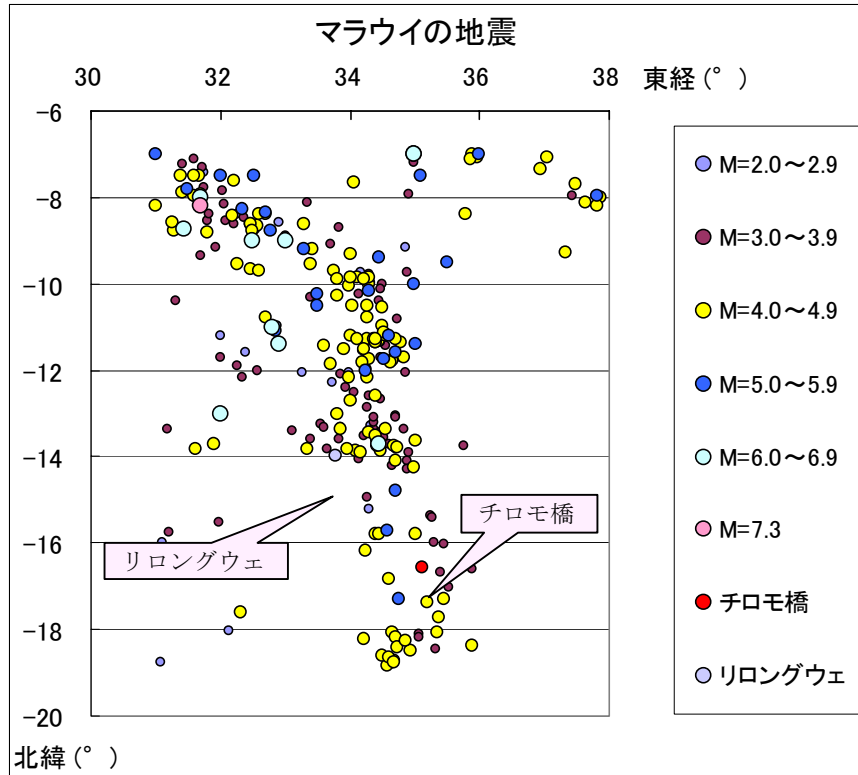


図 4-5-4 「マ」国における地震分布図

(2) チロモ橋位置での加速度

「マ」国で発生した地震のチロモ橋における加速度分布図を図4-5-5に示す。

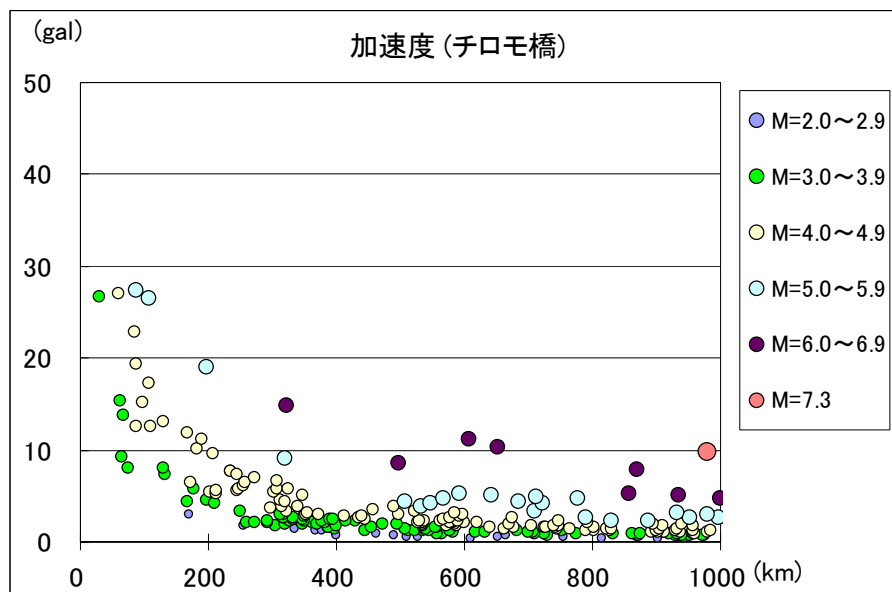


図 4-5-5 チロモ橋における加速度分布図



### (3) 無償資金協力による橋梁位置での加速度

「マ」国において我が国の無償資金協力で建設した「南ルクル橋」、「マンゴチ橋」、「ルワジ橋」及び「ナンコクエ橋」に関する加速度分布図を図 4-5-6～図 4-5-9 に示す。

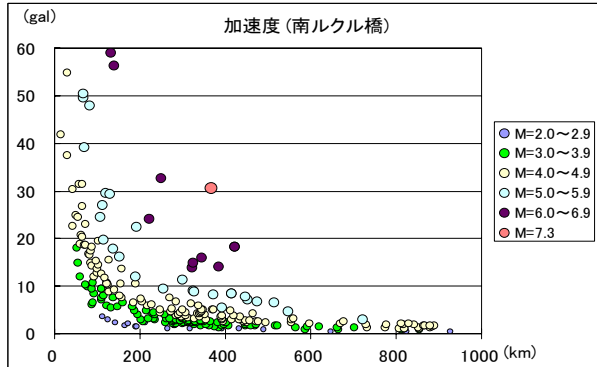


図 4-5-6 南ルクル橋における加速度分布図

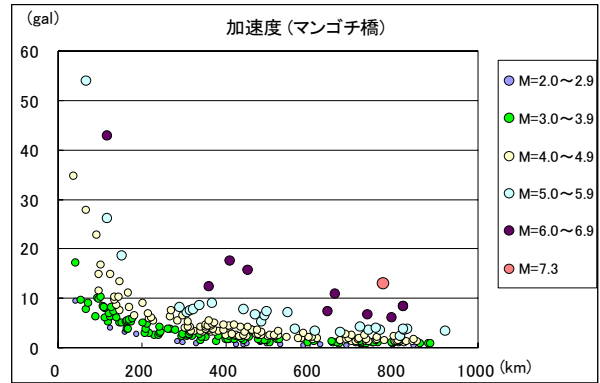


図 4-5-7 マンゴチ橋における加速度分布図

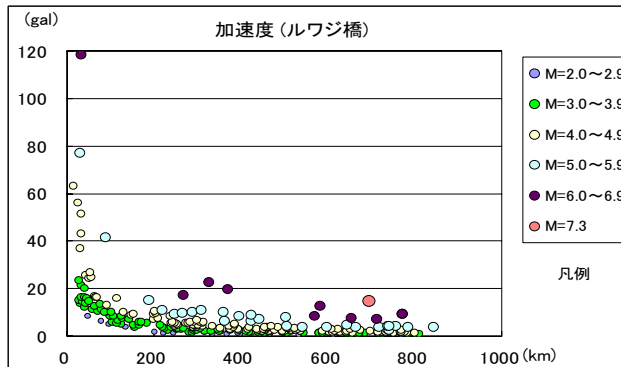


図 4-5-8 ルワジ橋における加速度分布図

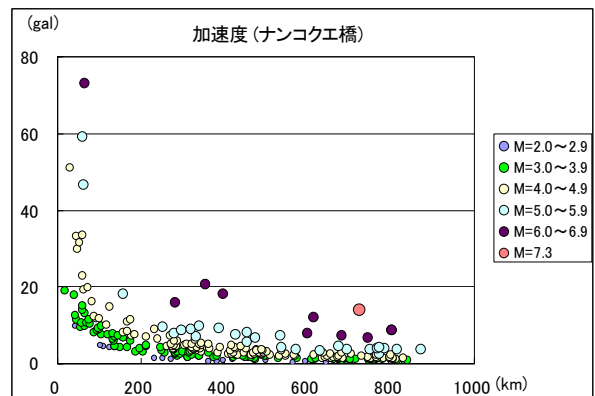


図 4-5-9 ナンコクエ橋における加速度分布図

### (4) チロモ橋の設計水平震度

下記の理由により、チロモ橋の設計水平震度 (Kh) は、0.10 が適当であると考える。

- ① 対象橋梁周辺では大きな地震が発生していないこと (図 4-5-4 参照)。
- ② 対象橋梁周辺で観測された地震の加速度は 30gal 以下であること (図 4-5-5 参照)。
- ③ 南ルクル橋、バキリムルジ橋、ルワジ橋、ナンコクエ橋等、過去の日本の無償資金協力事業で設計・建設した橋には、 $K_h=0.10$  が適用されていること (図 4-5-6～図 4-5-9 参照)。
- ④ 対象橋梁周辺での地震の加速度 30gal (上記②) は設計水平震度に換算した場合、 $K_h=0.03$  であるが、日本の耐震設計基準では、 $K_h=0.1$  が最小値であること。