

第2章 調査対象地域及び経済指標

第 2 章 調査対象地域及び経済指標

2.1 調査対象地域

2.1.1 気象及び自然状況

国土面積が 2.5 百万 km² のスーダン国はアフリカ大陸の北東に位置し、北緯 4° 22′ ~ 北緯 21° 58′ 及び東経 22° 38′ ~ 東経 37° 57′ の間に位置している。また、スーダン国はエジプト、リビア、チャド、中央アフリカ、ザイール、ウガンダ、ケニアおよびエチオピアの国々と隣接し東側の一部は紅海に面している。地勢は標高 200m から 500m のほとんど平坦な地であり、気候は北部が乾燥地帯で南部が熱帯地域である。

ケニア、ウガンダの国境に位置するビクトリア湖をその源流にもつ白ナイル川と、エチオピアの高地を源流とする青ナイル川はスーダンの首都ハルツーム市で合流し、ナイル川となり北上し、エジプトを通り地中海に注ぐ。

スーダン国の首都であるハルツーム首都圏（調査対象地域を含む）の気象及び自然状況を下記に述べる。

(1) 気象状況

ハルツーム市は年間降雨量が 150mm 程度で年間降雨日数が 22 日程度の乾燥地帯である。季節は雨期と乾期であり、降雨は雨季の 6 月から 9 月の間に集中している。また、10 月から 3 月までの乾期には降雨がなく、気温は 23℃ から 32℃ であり、湿度は 17% から 28% と非常に乾燥している。6 月から 9 月の雨期の気温は 30℃ から 34℃ と非常に高いが湿度は 29% から 52% と比較的乾燥している。雨期には気温が 40℃ を越える日があり、これに加えハブーブと呼ばれる砂嵐がふく。1940 年 8 月には 47.7℃ を記録し、また、1957 年 8 月の風速は 90 マイル/時を記録した。

(2) 自然状況

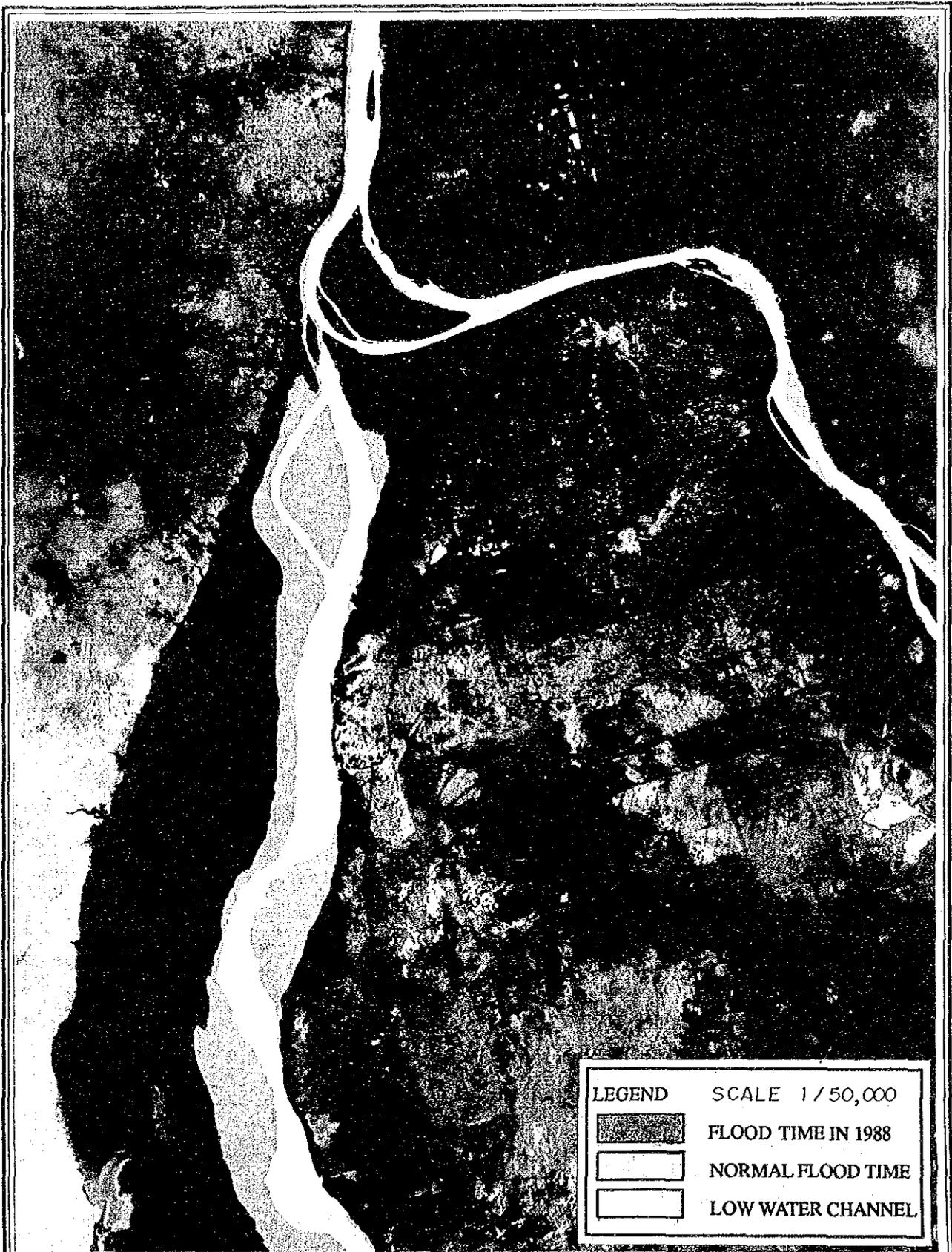
ハルツーム市は標高（エジプトのアレキサンドリア基準点よりの高さ）380m の砂漠地域に位置している。ハルツーム市地域の土質は砂岩及び粘性岩の互層により構成されている。白ナイル及び青ナイル川の河床の 5.0 m から 10.0 m の深さの所は、砂と粘土により構成されている。計画対象地点は白ナイル川と青ナイル川との合流から約 1.0 km の白ナイル川沿いである。

白ナイル川は、ケニアとウガンダのビクトリア湖を源流とし、スーダン南部のスッドの湿地帯及びハルツーム市から約40km上流のジベルアウリアダム等によりその流出量が調整されている。そのため年間流出量変動はほとんどなく、 $450\text{m}^3/\text{sec}$ から $1100\text{m}^3/\text{sec}$ の間で変動している。

青ナイル川はエチオピアの高地のタナ湖を源流にもち、この地域の降雨量は900mmで降雨は雨期に集中している。ハルツーム市付近の青ナイル川の流量は大巾に変動し乾期では $150\text{m}^3/\text{sec}$ であるが雨期では $6,000\text{m}^3/\text{sec}$ にも達する。

調査対象地域での洪水による水位は青ナイル川の流量による白ナイル川へのバック・ウォーターにより大きく変動する。

図2.1に洪水期における湛水地域の範囲を示す。白ナイル川の洪水時における流速は非常に遅く、 $0.2\text{m}/\text{sec}$ 或いはそれ以下である。計画対象地域の最高水位は1946年8月に379.96mまた1988年8月に379.75mを記録している。

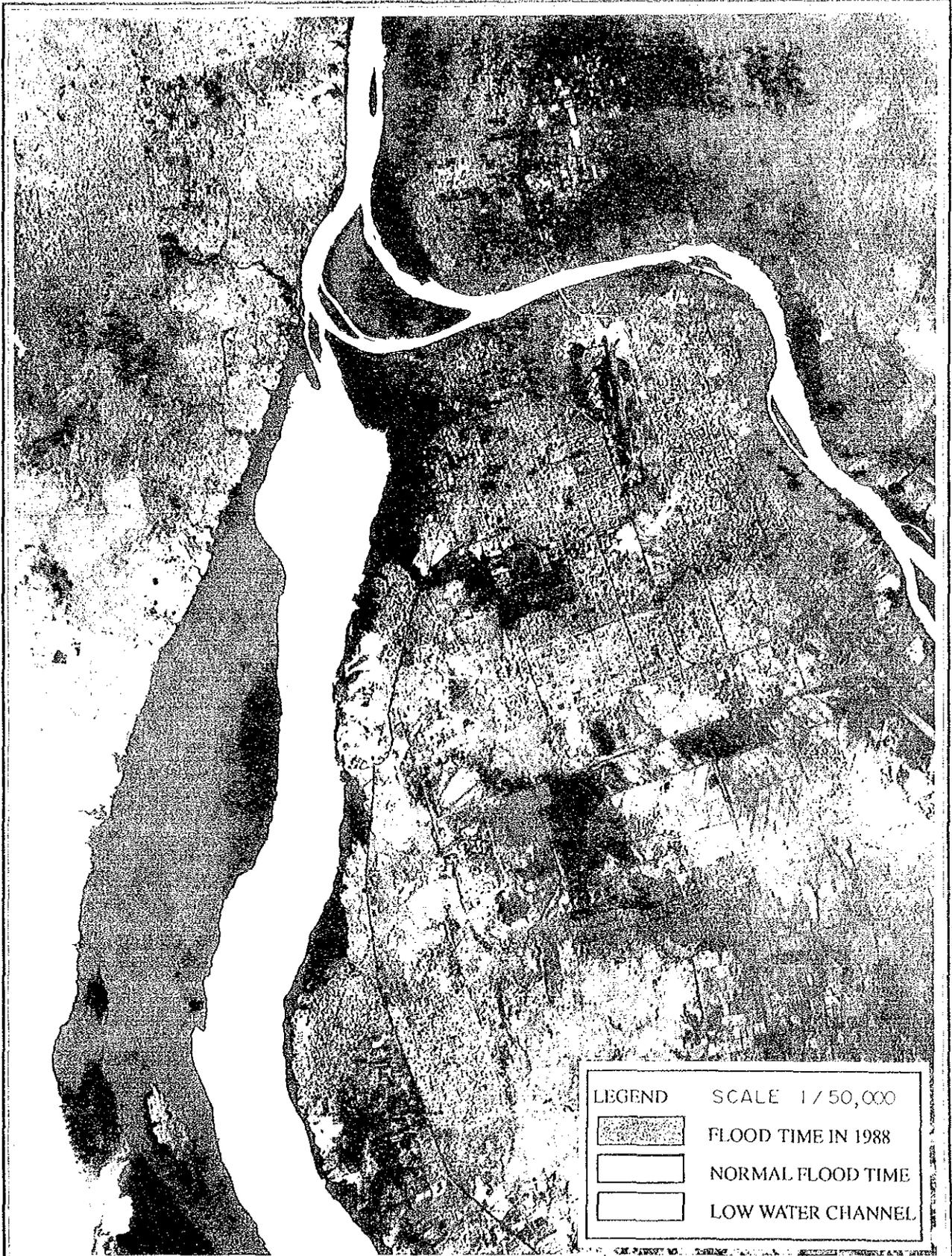


THE FEASIBILITY STUDY ON THE
CONSTRUCTION OF THE NEW WHITE
NILE BRIDGE

Fig. 2.1

常時及び洪水時の流域状況

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



THE FEASIBILITY STUDY ON THE
CONSTRUCTION OF THE NEW WHITE
NILE BRIDGE

Fig. 2.1

常時及び洪水時の流域状況

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

2.1.2 経済状況

(1) 経済動向

スーダン国の経済動向は、1983年・1984年の大旱ばつの影響をすでに回復したものの、停滞した経済に苦しんでいる。この停滞した経済状況は表2.1に示すように、大旱ばつ期間のマイナスの国内総生産の伸びに反映されている。

表2.1 スーダン経済の動向

Unit: LS million

| Years | 1981/82 | 82/83 | 83/84 | 84/85 | 85/86 | 86/87 |
|-----------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Agriculture | 2396 | 2214 | 2159 | 1651 | 2114 | 2187 |
| Industry | 823 | 952 | 890 | 861 | 882 | 907 |
| Services | 3017 | 3097 | 3036 | 2793 | 2938 | 3096 |
| GDP | 6263 | 6264 | 6084 | 5306 | 5934 | 6190 |
| Annual Change % | | 0.4 | -3.9 | -12.8 | 11.8 | 4.3 |

Note : Table is shown at constant 1981/82 prices.

Source : The Four Year Salvation, Recovery and Development Programme.

この経済活動の停滞は主に外貨を稼ごうる2～3の農産物の生産に過度に依存するという経済構造のせい弱さが原因となっている。特に、最近の全世界的な経済不況は主要農産物に対する需要をいっそう減少させたのみならず、それらの価格をも低下させた。この結果、スーダン国として貿易収支を改善させ、外国への依存を少なくすることをますます困難としている。さらに、長びく南部との戦いは稀少資源を浪費させ、スーダン経済を困難にさせている。

(2) 生産量

表2.1に示すように、1981/82年基準価格のもとでの国内総生産は、大旱ばつの時期の1982/83～1984/85年においては非常に低下しているが、1985/86、1986/87年の2年間はある程度回復のきざしを見せている。しかし、この2年間でも1981/82年の水準にまでは依然として回復していない。国内総生産を各業種別にみると、ここ数年間その構成はほとんど安定しており、農業部門は35%、工業部門では15%、サービス部門は50%となっている。外貨の獲得についてみると、農業部門が依然として主であるが、そのウェイトは小さくなってきている。

(3) 消 費

表2.2は国内総生産を消費からみたものである。消費の占める割合は95%にも達している。各消費項目は下記の通りである。

表2.2 支出面からみたGDP

Unit: LS million

| | 1981/82 | 1982/83 | 1983/84 | 1984/85 | 1985/86 | 1986/87 |
|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| GDP | 6263 | 6264 | 6084 | 5306 | 5934 | 6190 |
| Consumption | 6049 | 6032 | 5555 | 5306 | 5934 | 5881 |
| | (97.0) | (96.3) | (91.3) | (97.4) | (95.9) | (95.0) |
| Public | 1073 | 1034 | 1016 | 913 | 795 | 662 |
| | (17.2) | (16.5) | (16.7) | (17.2) | (13.4) | (10.7) |
| Private | 4976 | 4999 | 4539 | 4255 | 4896 | 5218 |
| | (79.8) | (79.8) | (74.6) | (80.2) | (82.5) | (84.3) |
| Investment | 1185 | 1090 | 1004 | 860 | 760 | 638 |
| | (19.0) | (17.4) | (16.5) | (16.2) | (12.8) | (10.3) |
| Public | 343 | 307 | 256 | 186 | 107 | 192 |
| | (5.5) | (4.9) | (4.2) | (3.5) | (1.8) | (3.1) |
| Private | 842 | 783 | 748 | 674 | 653 | 446 |
| | (13.5) | (12.5) | (12.3) | (12.7) | (11.0) | (7.2) |
| Export | 586 | 745 | 700 | 589 | 451 | 415 |
| | (9.4) | (11.9) | (11.5) | (11.1) | (7.6) | (6.7) |
| Import | 1584 | 1585 | 1174 | 1311 | 967 | 743 |
| | (25.4) | (25.3) | (19.3) | (24.7) | (16.3) | (12.0) |

Note : Values are in constant 1981/82 prices.

Source : The Four Year Salvation Programme

(A) 消 費

個人消費の消費に占める割合は90%で、この割合は今後も外国からの送金により増加するものと思われる。他方、公的消費はスーダン政府の財政引締政策により1981/82年以後減少傾向を示している。

(B) 投 資

公共投資及び民間投資の合計は1981/82年の1185百万スーダンポンドから1986/87年の638百万スーダンポンドへと約50%低減した。この低下傾向は主に下記の理由によるものと思われる。

- a) 資機材の欠如
- b) 部品の不足
- c) 不安定な電力供給
- d) 不適切な価格政策
- e) 不安定な政治
- f) 世界の景気の後退

(c) 輸出入

表 2.3 に輸出入量の経年変化を示す。1986/87年の輸出量は 325.4 百万米ドルで 1983/84 年の輸出量と比べ 24.0% 減少している。

この減少傾向は主に下記の理由によるものである。

- a) インフレーションの進行
- b) 輸出製品を生産するための輸入原料の高騰
- c) 世界市場におけるきびしい競争

綿はスーダンの最も主要な輸出品であり、その輸出量は全輸出のほぼ 50% も占めているが、1986/87年以降減少傾向が続いている。

スーダン政府の輸入削減政策を反映し、輸入は 1,754.1 百万米ドルからその 40% 減の 1,039.5 百万米ドルに減少している。また、スーダン経済に最も重要な石油の輸入も減少傾向にあるが、密輸入のため実際の輸入量は、公表されている輸入量よりはるかに多いものと考えられる。その結果、1986/87年の貿易収支のバランスは -714.1 百万米ドルで 1981/82年の -1314.2 百万米ドルに比べ大幅に改善されている。

表 2.3 輸 出 と 輸 入

Unit: US\$ million

| | 1981/82 | 82/83 | 83/84 | 84/85 | 85/86 | 86/87 |
|---------------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Export | 439.9 | 568.6 | 721.0 | 549.9 | 524.0 | 325.4 |
| Cotton | 76.8 | 152.4 | 331.4 | 245.1 | 161.4 | 170.5 |
| Others | 363.1 | 416.2 | 289.6 | 304.8 | 362.6 | 254.9 |
| Import | 1754.1 | 1534.2 | 1369.8 | 1178.6 | 1042.1 | 1039.5 |
| Petroleum | 339.0 | 332.8 | 351.1 | 288.8 | 304.9 | 211.7 |
| Others | 1415.1 | 1201.4 | 1018.8 | 889.8 | 737.2 | 827.8 |
| Trade balance | -1314.2 | -965.1 | -648.8 | -628.7 | -518.1 | -714.1 |

Source : The Four Year Salvation Programme

(D) 送 金

スーダン人の海外からの送金は貿易収支勘定の重要な項目である。この送金はスーダン国の貿易収支改善に大きく貢献している。1980年代の総送金額は、公式ルートで300百万米ドルに達し、この額は、輸出収入の50%を越えている。しかし、最近ではこの総送金額は40百万米ドルと大幅に減少している。この大幅な減少は、主に公式レートと実勢レートとの相違から生じている。(1989年の公式換算レートは1米ドルに対し4.5スーダンポンドであり、他方、実勢レートは1米ドル12.0スーダンポンドである。)

2.1.3 道路網の現況

(1) 道路の分類

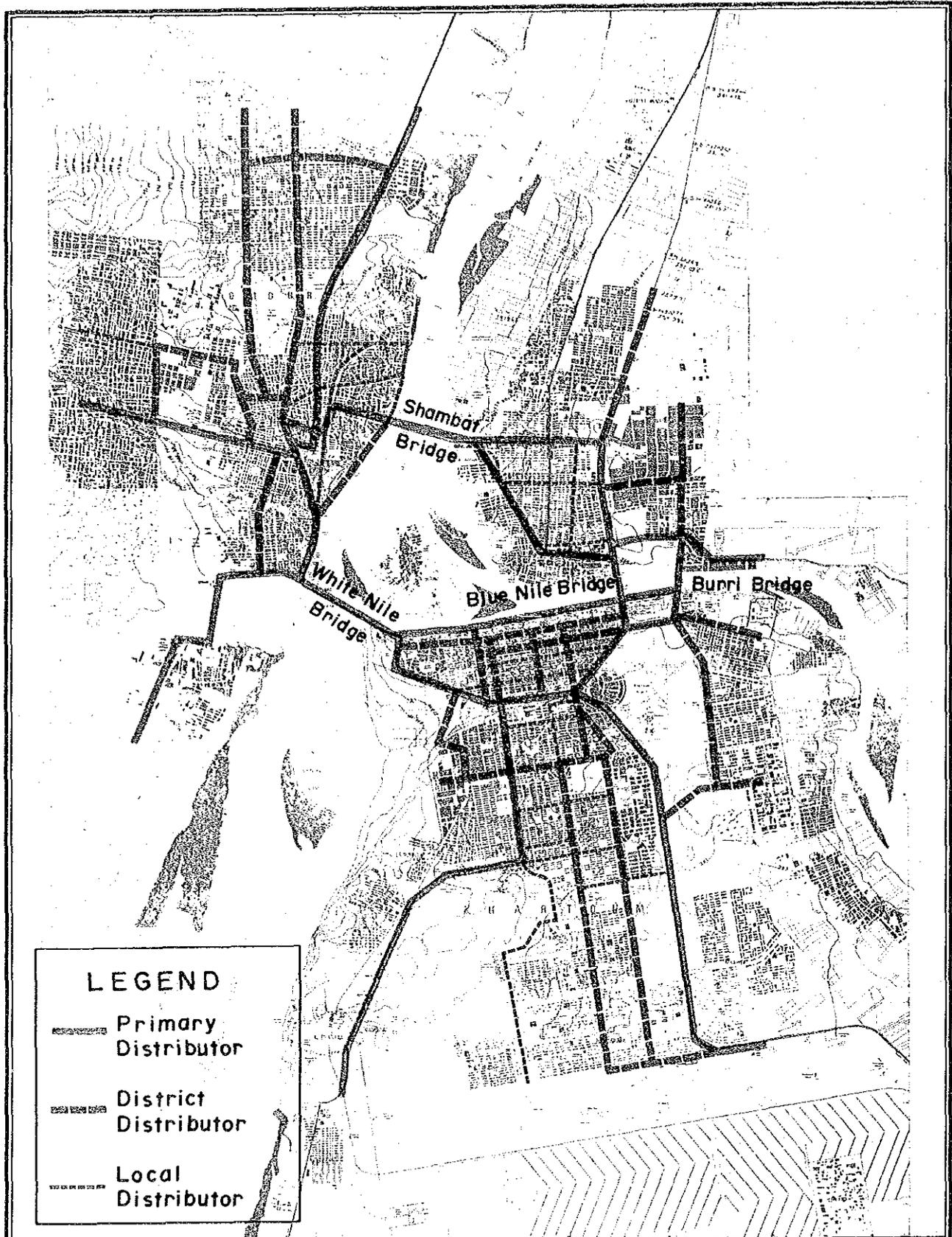
ハルツーム首都圏の道路は、イギリスの基準に従い、幹線道路、補助幹線道路、街路及び細街路に区分することができる。しかし、これらの分類の名称は、UNDP調査と異なっている。UNDP調査では1級街路、2級街路、3級街路及び接続道路とに区分されている。図2.2にハルツーム首都圏の道路分類を示す。幹線道路は、都市間または町と町を結ぶ機能を持った道路である。

ハルツーム首都圏の幹線道路は、白ナイル、青ナイル川を通りハルツーム地区、オムドルマン地区及びハルツーム・ノース地区の3市を結んでいる。また、これらの地区から地方都市へと続いている。ハルツーム首都圏の幹線道路は1部往復4車線道路であるがその他は往復2車線道路である。

補助幹線道路は、幹線道路を補助し一定規模の地域交通を処理するものであり、ほとんどアスファルトで舗装された往復2車線道路である。

ハルツーム首都圏の街路及び細街路は、舗装されているものの維持管理が悪く、路面が非常にいたんでる。その他の区間では舗装されておらず砂利ないし土のままとなっている。

ハルツーム首都圏の既存道路網構成はおおむねグリッド型式である。幹線道路や補助幹線道路に直接細街路が接続しているために、主流交通に障害を与えているのみならず、小さな交差点では交通事故をも発生している。



LEGEND

- Primary Distributor
- - - - District Distributor
- Local Distributor

THE FEASIBILITY STUDY ON THE CONSTRUCTION OF THE NEW WHITE NILE BRIDGE

Fig. 2.2

ハルツーム首都圏の道路分類

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

(2) 道路状況

UNDP調査報告書によれば、ハルツーム首都圏の舗装道路は 276kmである。(ハルツーム地区 169km、オムドルマン地区 53kmそしてハルツーム・ノース地区 5kmである)

また、砂利道路と土の道路延長はそれぞれ39km及び63kmであり、道路総延長は 378kmである。

ハルツーム首都圏の幹線道路、補助幹線道路及び街路の大部分はアスファルト舗装されているが、随所に舗装の損傷が見られる。これは主に、大型車の過載によるものと思われる。このように道路の維持管理が充分でないため、それらの道路の機能が充分はたされていない。

(3) 道路施設と交通規制の状況

ハルツーム首都圏における比較的大規模な交差点はラウンドアバウト型式が採用されている。また交通信号は特定地域の交通量の多い交差点に設置されている。ラウンドアバウト型式の交差点交通容量は、信号交差点の交通容量に比べて小さいため、交通の障害箇所となっている。そのため、ハルツーム首都圏の急速に増大してきている交通量に対処出来ない状況となってきている。

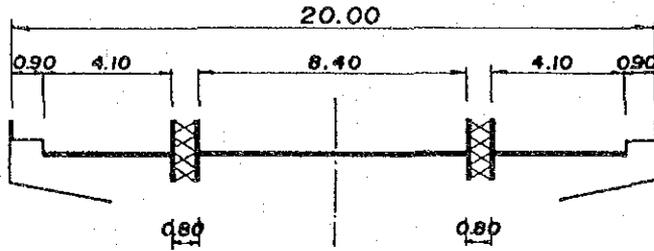
交通規制に関して、ハルツーム地区の Al Gama道路、Al Gamuhuria道路及びオムドルマン地区の中心部の道路に一方通行規制が採用されている。不規則であるが、青ナイル橋にも朝のピーク時及び夕のピーク時に一方通行規制が導入されている。(朝 7:00~ 9:00 及び昼 1:00~ 3:00の間はハルツーム地区からハルツーム・ノース地区方面への一方通行規制である。)

また、白ナイル橋は、朝と夕のピーク時において変則3車線運用を実施している。

(4) 既存橋梁状況

ハルツーム首都圏の青ナイル川及び白ナイル川に架設されている既設橋は図2.3に示すように4橋である。

WHITE NILE BRIDGE

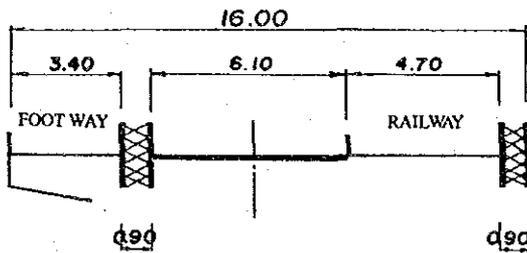


BRIDGE TYPE : STEEL TRUSS GIRDER

COMPLETION YEAR : 1920

BRIDGE LENGTH : 613m

BLUE NILE BRIDGE

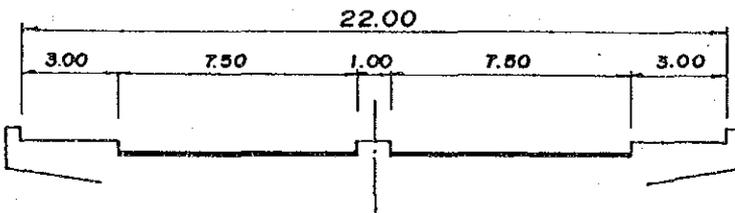


BRIDGE TYPE : STEEL TRUSS GIRDER

COMPLETION YEAR : 1903

BRIDGE LENGTH : 560m

BURRI BRIDGE

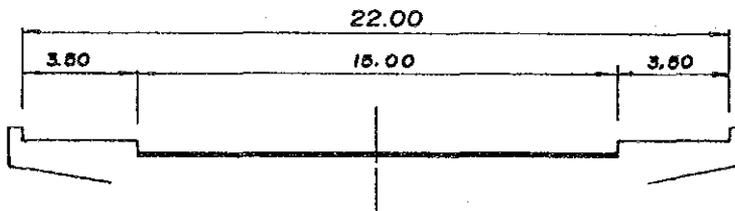


BRIDGE TYPE : PC BOXWITH CENTER HINGE

COMPLETION YEAR : 1972

BRIDGE LENGTH : 767m

SHAMBAT BRIDGE



BRIDGE TYPE : PC BOXWITH CENTER HINGE

COMPLETION YEAR : 1972

BRIDGE LENGTH : 1,047m

THE FEASIBILITY STUDY ON THE
CONSTRUCTION OF THE NEW WHITE
NILE BRIDGE

Fig.
2.3

既存橋梁群の横断構成

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

2.2 ハルツーム首都圏の動向

2.2.1 都市化のパターン

ハルツーム首都圏は3つの地区から構成されている。すなわち、行政・商業の中心地域であるハルツーム地区、歴史的背景を持った住宅地域のオムドルマン地区及び新興住宅地と新工業団地を持つハルツーム・ノース地区である。都市化の状況は図2.4に示されている。ハルツーム首都圏の初期の開発はナイル川沿におこり、1960年代鉄道の開設、その後道路等の社会経済基盤の整備に伴い都市化は拡大した。

1950年代の終わりに、3つの地区すなわち、ハルツーム地区、オムドルマン地区及び北ハルツーム地区の開発がナイル川沿いにすすめられた。開発速度は非常に遅かったが、現在の都市化は隣接する村々へと発展して行った。例えばハルツーム側では Al Lamab Bahr Abyad、Al Hamadab、Al Shagara、そして Al Uzozabの村々へ、オムドルマン側では Umm Baddah や Al Pittaihab の村へ、またハルツーム・ノース側では Al Hag Yousif や El Kadero の村々へと発展した。現在の都市化された地域の面積は20年前の4倍以上となっている。

表2.4に都市化の状況を示す。

表2.4 都市化の変遷

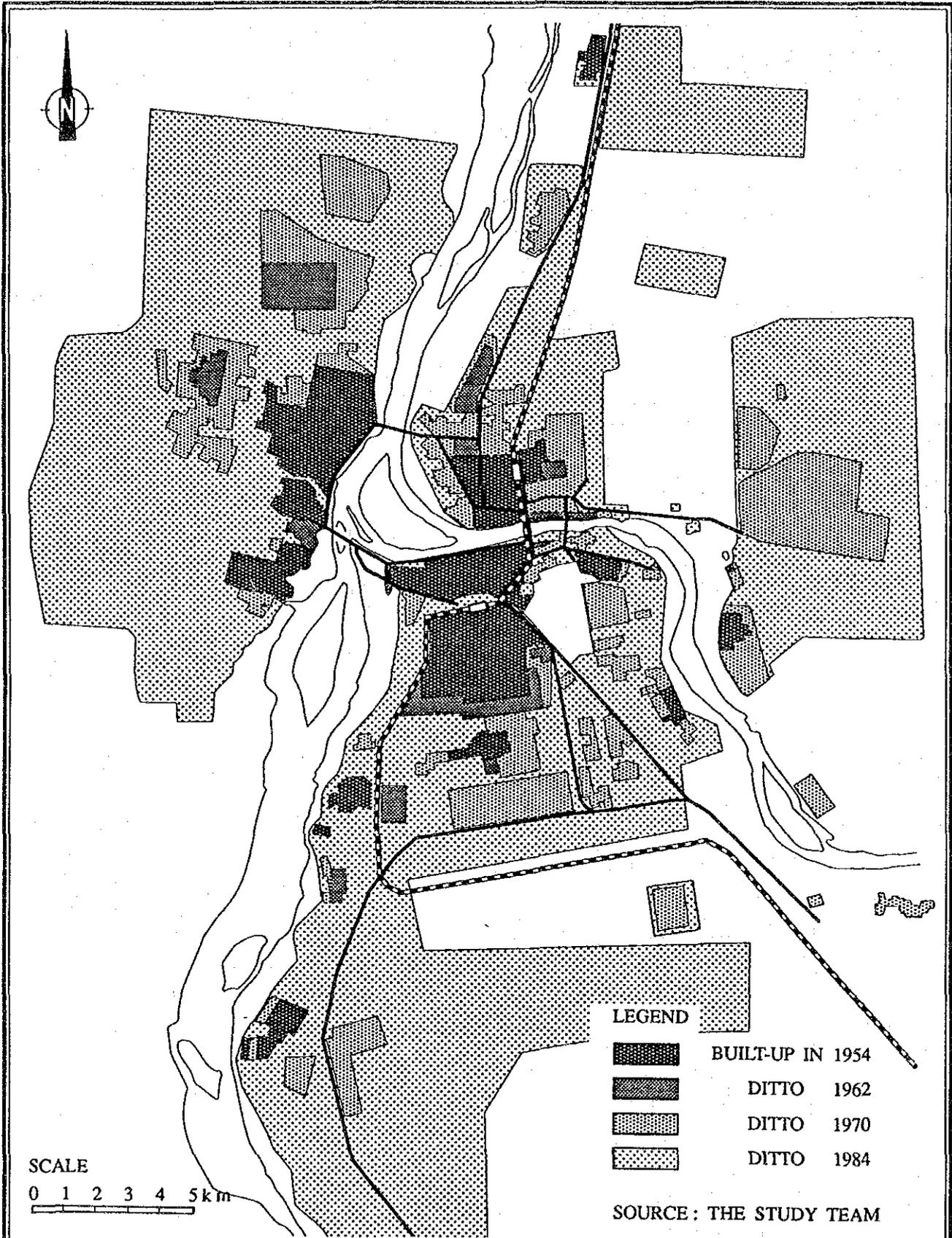
Unit: sq.km

| City | 1954 | 1962 | 1970 | 1984 |
|----------------|------|------|-------|-------|
| Khartoum | 16.2 | 21.0 | 40.6 | 192.4 |
| Omdurman | 11.5 | 16.9 | 33.5 | 149.5 |
| Khartoum North | 5.2 | 7.6 | 33.2 | 100.5 |
| Total | 32.9 | 45.5 | 107.3 | 442.4 |

Source : The Study Team

Notes :

- The area of Khartoum excludes the international airport.
- The area of Khartoum North includes Al Hag Yousif, El Halfa and El Kadero.



**THE FEASIBILITY STUDY ON THE
CONSTRUCTION OF THE NEW WHITE
NILE BRIDGE**

Fig.
2.4

都市化の変遷

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

2.2.2 人口動向

(1) 人口

1955/56、1973年及び1983年に実施した人口調査結果によるとスーダン国の総人口はそれぞれ10,263,000人、14,758,000人及び21,593,000人と増加している。これらの結果から、1955/56年から1980年の間の年間人口伸び率を2.8%と計算された。この高い伸び率は自然増加率(1000人に対して31人)が高いことによる。つまり、出生率は1000人に対して50人であり、これに対して死亡率は1000人に対して19人である。

(2) 地域別人口

表2.5に上記人口調査時点の各地域人口を示したが、ハルツーム地域の人口伸び率は、他の地域に比べ最も高い伸び率(4.8%)を示している。伸び率の高い地域はハルツーム地域に次いで中部地域の3.5%である。1955/56年及び1983年におけるスーダン国総人口に対するハルツーム地域の人口伸び率はそれぞれ4.9%及び8.8%で、都市への人口集中がはげしいことが示されている。

表2.5 人口とその伸び率

| Region | Population (1000 person) | | | Growth Rate (%) | |
|---------------|--------------------------|--------|--------|-----------------|----------|
| | 1955/56 | 1973 | 1983 | 55/56-73 | 55/56-83 |
| Darfur | 1,329 | 2,140 | 3,249 | 2.7 | 3.2 |
| Kordofan | 1,762 | 2,202 | 3,248 | 1.3 | 2.1 |
| Khartoum | 505 | 1,146 | 1,892 | 4.7 | 4.8 |
| Central | 2,070 | 3,740 | 4,213 | 2.3 | 3.5 |
| Eastern | 941 | 1,547 | 2,318 | 2.8 | 3.2 |
| Northern | 873 | 958 | 1,137 | 0.5 | 0.8 |
| Equatorial | 903 | 972 | 1,476 | 0.7 | 1.7 |
| Bahr Elghazal | 991 | 1,397 | 2,779 | 2.0 | 3.1 |
| Upper Nile | 1,889 | 836 | 1,680 | 0.4 | 2.2 |
| Total | 10,263 | 14,758 | 21,593 | 2.2 | 2.8 |

Source : Census Data

地方に住むスーダン人は、何らかの社会便益を求め、また、仕事を見つけるために都市へ移動してきている。表2.6から明らかなように、1973年の地方定住者は全人口の約72%であったが、1983年には69%に減少した。しかし、これとは対照的に都市への定住者が1973年には18.2%であったものが、1983年には20.2%と増加している。

表 2.6 都市人口と農村人口

(Unit: %)

| | 1973 | 1983 |
|---------|------|------|
| Rural | 71.7 | 69.1 |
| Urban | 18.2 | 20.2 |
| Nomadic | 11.1 | 10.7 |

Source : Census Data

(3) ハルツーム地域における人口

1983年時点ではハルツーム市の約75%がすでに都市化している。第4章の表4.1に示されているように、1955/56年の人口は500,000人であったのが1983年には1,800,000人に増加している。この間の年間人口伸び率は4.8%であった。また上記同期間の都市への流入人口の年間伸び率は6.8%となっているにもかかわらず、スーダン政府はこの増加する人口に対して道路施設を含む公共施設の社会基盤整備を充分に行うことができないでいる。

ハルツーム市の地区別人口を表2.7に示す。

表 2.7 ハルツーム地区別人口

| Sub-council | Population (person) |
|---------------------------|---------------------|
| 1) OMDURMAN | |
| El Thawara Town | 106,079 |
| Wad Noubabi Town | 44,817 |
| El Mahdia Town | 47,671 |
| Omdurman El Gadia Town | 181,788 |
| Industrial Area Town | 4,161 |
| El Masaima Town | 28,431 |
| Beit El Mal Town | 19,614 |
| El Mowarda Town | 32,238 |
| Abu Arga Town | 24,979 |
| Ab Side Town | 36,509 |
| (Urban Subtotal) | (526,287) |
| West Rural Council | 14,523 |
| North Rural Council | 32,555 |
| South Rural Council | 39,585 |
| Total | 648,700 |
| 2) KHARTOUM NORTH | |
| El Kadaro Town | 42,084 |
| El Haltaya Town | 21,815 |
| Shambat Town | 48,536 |
| Industrial Area Town | 3,046 |
| Khartoum North Town | 77,169 |
| Beit East Town | 148,496 |
| Total | 341,146 |
| 3) KHARTOUM | |
| Tuti Town | 7,132 |
| North Khartoum Town | 22,868 |
| El Barari Town | 41,051 |
| El Oereif West Soba Town | 33,443 |
| El Riydh Town | 10,053 |
| El Saggana Town | 28,364 |
| Industrial Area Town | 1,964 |
| White Nile Town | 52,325 |
| El Deycum Town | 41,913 |
| El Ammarat Town | 8,154 |
| 3rd Class Extension Town | 55,376 |
| El Shahafa Town | 125,023 |
| El Shaggara Town | 48,553 |
| (Urban Aulia Rural) | (476,218) |
| Jebel Aulia Rural Council | 8,133 |
| Total | 557,351 |
| 4) NILE EAST | |
| NILE EAST TOTAL | 255,102 |
| Grand total | 1,802,299 |

Source : Census Data

2.2.3 労働力及び就業者

(1) 全 国

スーダン全国における労働者はILO報告書によると表2.8のようになっている。

表2.8 人口及び労働可能人口(全国)

Unit:1000 persons

| Year | Population | | | Labor Force | | |
|------|------------|-------|--------|-------------|-------|-------|
| | Rural | Urban | Total | Rural | Urban | Total |
| 1956 | 9,526 | 736 | 10,263 | 2,982 | 231 | 3,213 |
| 1973 | 12,083 | 2,736 | 14,819 | 3,557 | 805 | 4,363 |
| 1983 | 17,232 | 4,361 | 21,593 | 4,920 | 1,245 | 6,165 |

Source : Census Data

表2.8から1956年、1973年及び1983年の人口に対する労働力可能人口(15才以上64才以下)の比率はそれぞれ31.3%、29.4%及び28.6%となっている。これらの比率は1956年から減少傾向にあるが、労働可能人口それ自身は増加している。1973年の人口調査によれば失業者はわずか5.0%であったが、1983年の失業者は9.9%から9.5%と大幅に増加した。スーダン政府は雇用機会が限定されている事を考えて、雇用機会の促進をうたっている。

(2) ハルツーム地域

人口調査資料によれば、表2.9に示されているように1973年及び1983年の労働可能人口はそれぞれ586,000人及び1,040,900人とかなり増加している。

表2.9 ハルツーム市の労働可能人口

(Unit:Thousand persons)

| Age | 1973 | | 1983 | |
|-----------------|------------|----------|------------|----------|
| | Population | Share(%) | Population | Share(%) |
| 1) Less than 14 | 450.3 | 42.3 | 713.5 | 39.6 |
| 2) 15-64 | | | | |
| - Male | 338.6 | 31.8 | 582.6 | 27.9 |
| - Female | 247.5 | 23.3 | 458.3 | 25.4 |
| Sub-total | 586.1 | 55.1 | 1,040.9 | 57.8 |
| 3) More than 65 | 26.9 | 25.3 | 47.9 | 26.6 |
| Total | 1,063.3 | 100.0 | 1,802.3 | 100.0 |

Source : Census Data

表2.10から1983年の就業者数は498,265人であるが、この値は労働可能人口のほんの48%である。特に女性の就業者は少なく女性の労働可能者数の10.4%である。また、男性の就業者は77.3%である。

表2.10 就業者数

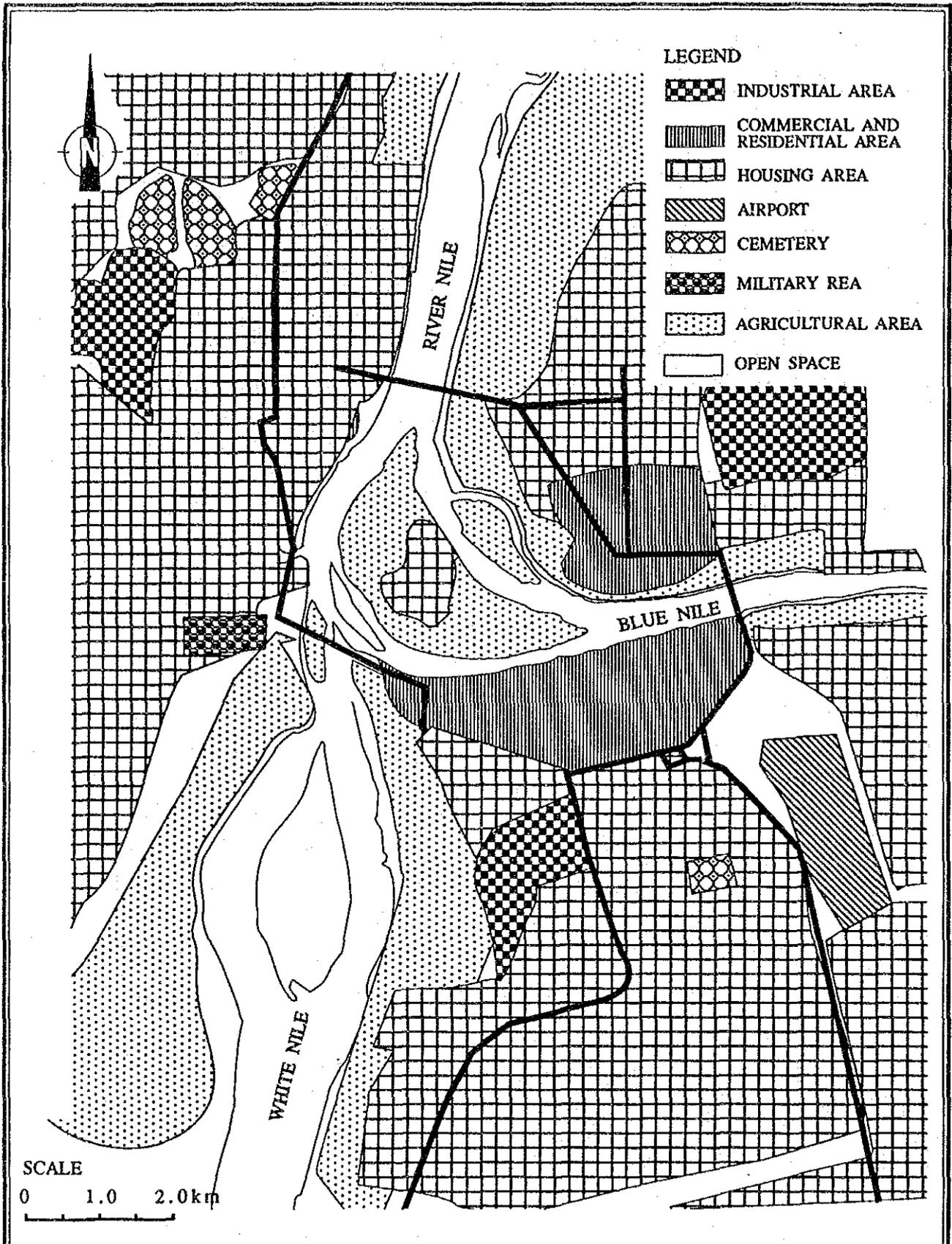
Unit: Thousand Person

| | Labor Force (A) | Economically Active Population (B) | B / A (%) |
|--------|--------------------|--|--------------|
| Male | 582.6 | 450.6 | 77.3 |
| Female | 458.3 | 47.7 | 10.4 |
| Total | 1,040.3 | 498.3 | 47.9 |

Source : Census Data

2.2.4 土地利用

図2.5に示すように、ハルツーム首都圏は、白ナイル川と青ナイル川によって、ハルツーム、オムドルマン及びハルツーム・ノースの3地区に区分されている。ハルツーム地区は、これらの地域の中心地であり、政府・商業等が存在する。オムドルマン地区は旧市街地で、ハルツーム・ノース地区は新興工業地域である。人口増加に伴い、オムドルマン地区の南西方向へ、ハルツーム・ノース地区は東方向へ、またハルツーム地区は南方向へとそれぞれ住宅地域が拡大している。最近都市化が急速に進んでいるが、それに対応した副都心が形成されていない。そのため、地域の中心部では交通が混雑し慢性的な交通渋滞が生じている。そのため今後、都市構造の再構築が要求されている。



**THE FEASIBILITY STUDY ON THE
CONSTRUCTION OF THE NEW WHITE
NILE BRIDGE**

Fig.

2.5

土地利用現況

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

2.3 将来開発との関連

2.3.1 経済成長

(1) 経済成長の目標

1988/89から1991/92年の復興計画によれば、その計画基本方針は下記の通りである。

- a) 生産量の増大
- b) 輸出入の代替財の拡大
- c) 地域均衡開発の促進

外国援助への依存を減少させるために、スーダンの根本的な経済構造の問題を解決するために、追加の外国援助が与えられる必要がある。

この方針の基に、マクロ経済の予測が表2.11に示されているように与えられている。

表2.11 将来の経済目標

Unit:LS.million

| | 87/88 | 88/89 | 89/90 | 90/91 | 91/92 | Annual growth rate(%) |
|-------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|-----------------------|
| Agriculture | 12,531 | 13,577 | 14,288 | 15,053 | 15,935 | 2.5 |
| Industry | 4,644 | 5,029 | 5,422 | 5,870 | 6,384 | 8.2 |
| Services | 14,187 | 14,664 | 15,048 | 15,448 | 15,869 | 2.8 |
| GDP (constant price) | 31,362 | 33,270 | 34,758 | 36,371 | 38,188 | 5.0 |
| Annual change | 2.235 | 6.085 | 4.474 | 4.641 | 4.995 | |
| Price index | 1.30 | 1.56 | 1.79 | 1.97 | 2.17 | |
| GDP (current prices) | 40,770 | 51,901 | 62,357 | 71,775 | 82,897 | |

Source : The Four Year Salvation Program

表 2.10 に従うと、国内総生産の成長率は約 5% に想定されている。特に、工業の成長率は最も高く、8.2% と想定されている。従って、今後はサービス産業指向の開発は抑制されるものと思われる。工業部門の中では、産業基盤整備部門が 5% で成長するものと想定されているため、今後の生産の増加に対し障害とならないと考えられる。

(2) 地域開発

各地域の均衡な開発を促進するために、9 つの州に対して、計画期間に 2075 百万スーダンポンドの予算を割り当てている。この予算は全体の約 13.4% に相当する。各州の開発投資予算は表 2.2 に示されている。

表 2.12 地域開発投資計画

Unit : LS million

| Region | 88/89 | 89/90 | 90/91 | 91/92 | Total |
|------------------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Darfur | 35.6 | 46.8 | 75.0 | 96.5 | 253.0 |
| Northern | 36.2 | 46.2 | 60.6 | 78.9 | 221.9 |
| Kordofan | 34.4 | 45.8 | 68.2 | 104.0 | 252.4 |
| Eastern | 34.5 | 42.1 | 72.4 | 94.2 | 243.2 |
| National Capital | 37.1 | 47.8 | 99.8 | 96.8 | 251.3 |
| Central | 38.2 | 50.4 | 70.7 | 90.1 | 249.4 |
| Upper Nile | 26.8 | 40.6 | 55.3 | 75.6 | 198.3 |
| Bahr El Ghazal | 26.5 | 40.9 | 56.6 | 75.7 | 199.7 |
| Equatoria | 27.6 | 36.6 | 58.4 | 81.9 | 204.5 |
| Total | 296.9 | 397.2 | 586.8 | 793.7 | 2074.6 |

Source : The Four Year Salvation Programme

4 年間の復興計画は、地方の基盤整備の拡充に重点を置いており、輸送整備の拡充が第二となっている。地方復興費の最大割り当て先はハルツーム市で、その割合は 12.1% であった。

2.3.2 人口及び就業者数の予測

スーダン国では公式的な将来人口予測は公表されていない。また 4 年間の復興計画の報告書でも推計されていない。しかしながら、1973 年の人口調査の就業人口を基に、1991 年までに労働人口は 14,261,000 人と推計することができる。また、これらに加え、1991 年の将来の経済活動人口は 8,356,000 人と推計された。

詳細な人口及び就業者数予測は第 4 章に記述する。

2.3.3 開発基本方針

過去30年間、スーダン政府は種々の開発計画を策定・実施してきた。これらの開発計画を下記に要約する。

(1) 10ヶ年開発計画 (1960/61~1969/70)

この開発計画はスーダン国の最初の開発計画であったが、経済の低迷から1967年に廃止された。

(2) 5ヶ年開発計画 (1970/71~1974/75)

この開発計画は最初の地域開発計画であった。この計画の目標は8.5%の国内総生産成長率を達成させるものであった。しかし、石油価格の急激な上昇及び世界的なインフレーション等により、国内総生産は4~5%の伸びにとどまってしまった。しかし、この計画にそって地方開発が実施されたこと及び地方都市にも開発予算が付いたという点は評価された。

(3) 6ヶ年開発計画 (1977/78~1982/83)

この開発計画の目的及び最終目標は6年間で国内総生産の成長率を7.5%にすることにあった。しかし、この開発計画が始まった年から貿易の収支バランスが悪化し、また、3ヶ年開発計画が策定されるなどのため、この開発計画は2年間で廃止された。

(4) 第3次3ヶ年計画 (1982/83~1984/85)

この計画の目的は社会経済基盤の整備と農産物の輸出拡大にあった。しかし、大旱ばつのため、この計画は日の目を見る事はなかった。

(5) 4ヶ年復興・開発計画 (1988/89~1991/92)

スーダン政府は過去の経済状況を鑑み、この計画の主な目的を下記のように設定した。

- a) 少なくとも5%以上の国内総生産の年平均伸び率を達成すること。
- b) 地域間の投資配分を等しくし、均衡ある国土開発を実施すること。
- c) 既存の諸施設の維持管理を強力に推進すること。

d) 基盤整備事業である施設、エネルギー及び通信施設等を充実させること。

1980/81～1983/84年の開発関連予算は、表4.3に示すように増加傾向にあったものの、1984/85年の予算は60.8百万スーダンポンドと減少した。しかし、その後また増加している。中央政府からの地方開発予算は毎年増加している。

表2.13に示すように過去7年間中央政府から地方への援助は5倍へと増加している。しかし、中央政府から各地域への援助のシェアは過去5年間ほとんど変化していない。スーダン政府の開発基本方針である“地域の均衡開発”の観点から各地域の投資配分額が大きく変化することはないだろう。それゆえに、カルツーム市の人口の増加が続くと予想される限り、インフラ施設や社会厚生の開発または改善するための予算に対するハルツーム市の中央政府予算への依存を減少させることが必要である。

表2.13 中央政府の地方援助額

Unit : LS million

| Region | 80/81 | 81/82 | 82/83 | 83/84 | 84/85 | 85/86 | 86/87 |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| National | | | | | | | |
| Capital | 25.2 | 36.8 | 24.5 | 31.0 | 7.4 | 61.0 | 131.5 |
| Northern | 27.8 | 40.7 | 45.5 | 52.0 | 12.4 | 55.0 | 118.3 |
| Eastern | 16.4 | 27.7 | 33.5 | 37.1 | 8.8 | 40.0 | 105.2 |
| Central | 41.0 | 63.2 | 66.0 | 72.0 | 17.1 | 76.0 | 205.7 |
| Kordofan | 24.0 | 36.6 | 43.5 | 47.5 | 11.3 | 50.0 | 132.1 |
| Darfur | 21.8 | 29.8 | 34.0 | 38.0 | 9.0 | 40.0 | 114.0 |
| The South | 40.0 | 48.0 | 52.0 | 58.0 | 13.8 | 65.8 | 196.5 |
| Total | 197.6 | 282.0 | 299.0 | 335.6 | 79.8 | 387.8 | 1003.3 |

Source : The Four Year Salvation Programme

2.3.4 運輸開発計画

ハルツーム市の道路網は放射道路の幹線道路とグリッド型式の狭い街路によって構成されている。それらのほとんどの道路は7.0 m程度の幅員をもつアスファルトコンクリート舗装道路であるが、すでにかかなりの損傷が見られる。そのためにかかなりの道路を早急に改良する必要があるが、ハルツーム市の維持管理の脆弱のためなかなか改良が行われていない。

ハルツーム市には幹線道路開発計画（例えばベルトウェイ道路及びフィーダー道路建設が策定されているものの共用開始年次は依然として未定である。

第3章 交通現況

第3章 交通現況

3.1 現況

ハルツーム市においては近年交通に関する調査はほとんど行われていない。従って本調査の対象である新白ナイル橋を通る交通量を予測するための基礎資料を得るため、本調査のはじめの段階で総合的な交通調査を実施した。この調査によってハルツーム市内の交通量及び交通特性が得られた。調査方法及び調査結果を以下に示す。

3.2 交通調査

本調査では、以下の交通諸調査を警察当局及び関係省庁の協力のもとに実施した。

- a) 路側OD調査
- b) 交差点交通量調査
- c) 走行速度調査
- d) 道路インベントリー調査

これら諸調査の詳細を次節以下に詳述する。

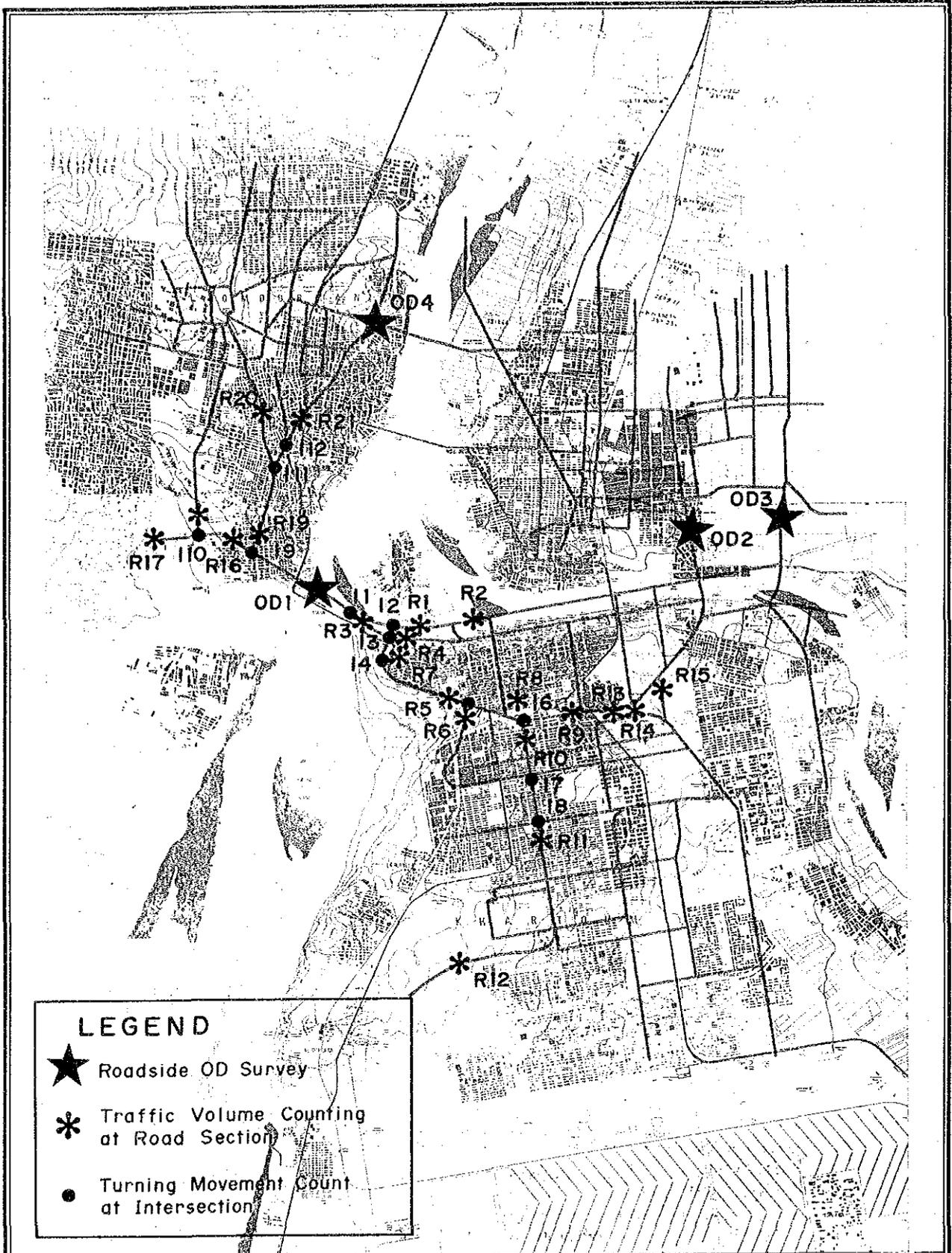
3.2.1 路側OD調査

(1) 調査方法

路側OD調査（ODは起点／終点の略）はハルツーム市内の調査対象地域、特にハルツーム～オムドルマン間の車の動きを把握することを目的とする。この路側OD調査は、市内の主要4橋へのアプローチ道路上で、交通巡査の立合いのもとに車を停止させ、運転手にインタビューする方法で実施された。インタビューは午前7時より午後5時までの10時間にわたり通過車両及びインタビュアーの安全を考慮しながら実施された。これと同じ日に午前6時から翌朝6時までの24時間の交通量観測を実施した。路側OD調査のスケジュールと調査地点を表3.1、図3.1に示す。

表3.1 路側OD調査の調査地点とスケジュール

| Survey Station | Location | Survey Date |
|----------------|-------------------|------------------|
| OD-1 | White Nile Bridge | 1st Feb. (Wed.) |
| OD-2 | Blue Nile Bridge | 28th Jan. (Sat.) |
| OD-3 | Burri Bridge | 30th Jan. (Mon.) |
| OD-4 | Shambat Bridge | 2nd Feb. (Thur.) |



LEGEND

- ★ Roadside OD Survey
- * Traffic Volume Counting at Road Section
- Turning Movement Count at Intersection

THE FEASIBILITY STUDY ON THE CONSTRUCTION OF THE NEW WHITE NILE BRIDGE

Fig.

3.1

路側OD、断面交通量、方向別交通量の調査地点

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

(2) 調査票

路側OD調査に用いられた調査票には以下の項目が含まれている。

- a) 車種
- b) 出発地 (起点)
- c) 目的地
- d) 旅行目的
- e) 乗客数 (乗車率)
- f) 積載品の種類
- g) 積載量

インタビューによる交通渋滞をさけ、運転手へのインタビューが最小時間で済むように、調査票はできるだけ簡潔にし、アラビア語で作成した。英訳した調査票をAppendix 3.1に示す。

(3) サンプル数

原則として、各調査地点には16名の調査員が配置され、各方向8名ずつとし、各調査員は1時間に10台のインタビューを実施することとした。その結果、各調査地点において約1,600サンプルが得られた。得られたサンプル数、調査実施中の交通量及びサンプル率は表3.2にまとめられている。この表中において白ナイル橋地点でのサンプル率が4.3%と他の地点より低いのが、この率は、Appendix 3.2に示されるように統計学上問題はないため有効である。

表3.2 路側OD調査のサンプル数

| Survey Station | No. of Collected Samples | Traffic Volume (10 hours) | Sampling Rate |
|------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------|
| OD-1 White Nile Bridge | 1,599 | 37,140 | 4.3% |
| OD-2 Blue Nile Bridge | 1,600 | 23,487 | 6.8% |
| OD-3 Burri Bridge | 1,600 | 21,894 | 7.3% |
| OD-4 Shambat Bridge | 1,600 | 22,941 | 7.0% |

Source : The Study Team, Roadside OD Survey Results

(4) 収集データの編集

路側インタビューの終了後、記入された調査票を手作業により一枚ずつチェックし、起点及び終点に対応するゾーンコードをそれぞれ記入した。コード記入後データ解析のため、調査票に記入されたデータをパーソナルコンピュータに入力した。

3.2.2 交通量観測

ハルツーム及びオムドルマンの主要道路における車の動きを把握するため、図3.1に示す21地点において、表3.3に示されるスケジュールにもとづき交通量観測を実施した。観測は各地点において朝6時より夜8時までの14時間にわたり実施された。

3.2.3 方向別交差点交通量調査

白ナイル橋の交通に関係する主要交差点の交通特性を把握するため、ハルツーム及びオムドルマンにおける12の主要交差点において、午前7時から午前9時と午後1時から午後4時まで方向別交通量観測を実施した。調査を実施した交差点の位置を図3.1に、調査スケジュールを表3.4にそれぞれ示す。

3.2.4 走行速度調査

交通量配分の作業には、各道路上のける平均走行速度データが不可欠である。このデータを入手するために、図3.2及び表3.5に示す6路線において走行速度調査を実施した。この調査では、各路線に数ヶ所のチェックポイントを設定し、各チェックポイントの通過時刻を記録した。また、ピーク時とオフピーク時に実際に車を4往復走らせることにより走行速度を調査した。これにより、各チェックポイント間の走行速度が計算された。

表3.3 交通量観測調査の観測地点とスケジュール

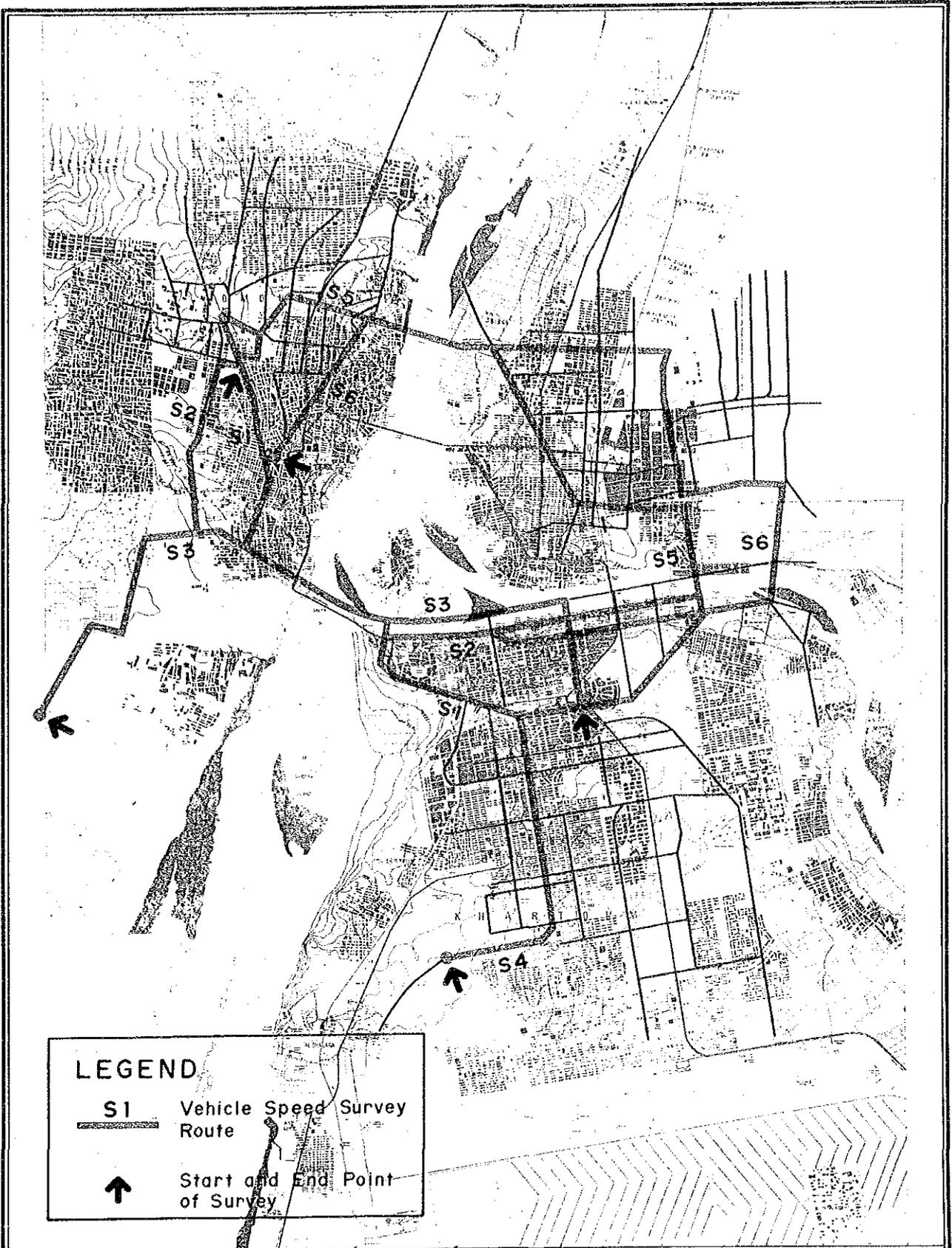
| Survey Station | Location | Survey Date |
|----------------|---------------------------------|------------------|
| R-1 | Al Niel Rd. (National Museum) | 25th Jan. (Wed.) |
| R-2 | Al Niel Rd. (Sudan Hotel) | - do - |
| R-3 | Al Gama'a Rd. (Hilton Hotel) | - do - |
| R-4 | Al Gama'a Rd. (National Museum) | - do - |
| R-5 | Al Gaaba Rd. (Stadium) | - do - |
| R-6 | Al Gaaba Extension Rd. | - do - |
| R-7 | Al Gamhuria Rd. (near Al Gaaba) | - do - |
| R-8 | Al Sayed Abdl Rahman Rd. | - do - |
| R-9 | Al Mahatta Rd. (Station) | 6th Feb. (Mon.) |
| R-10 | Al Sayed Ali South Rd. (Hurria) | - do - |
| R-11 | Al Sayed Ali South Rd. (Police) | - do - |
| R-12 | Al Shagra Rd. (Al Goz Cemetery) | - do - |
| R-13 | Massalawia Railway Bridge | - do - |
| R-14 | Al Muk Nimir Rd. (Railway) | - do - |
| R-15 | Al Saad Al Dien Rd. (Railway) | - do - |
| R-16 | Abu Syaïd Rd. (Army Hospital) | 26th Jan. (Thu.) |
| R-17 | Abu Syaïd Rd. (Water Tower) | - do - |
| R-18 | Al Arbaien Rd. (Banat Cinema) | - do - |
| R-19 | Al Murradah Rd. (Parliament) | - do - |
| R-20 | Al Murradah Rd. (ODM Stadium) | - do - |
| R-21 | Al Niel Omdurman Rd. (Riviera) | - do - |

表3.4 交差点での方向別交通量の調査地点とスケジュール

| Survey Station | Intersection | Survey Date |
|----------------|---------------------------------|------------------|
| I-1 | Al Niel Rd./Al Gama'a Rd. | 28th Jan. (Sat.) |
| I-2 | Al Niel Rd./Al Gaaba Rd. | - do - |
| I-3 | Al Gaaba Rd./Al Gama'a Rd. | - do - |
| I-4 | Al Gaaba Rd./Al Gamhuria Rd. | 30th Jan. (Mon.) |
| I-5 | Al Gaaba Rd./Al Gaaba Extension | - do - |
| I-6 | Al Mahatta Rd./Al Sayed Ali Rd. | - do - |
| I-7 | Al Sayed Ali South Rd./St. 47 | 31st Jan. (Tue.) |
| I-8 | Al Sayed Ali South Rd./St. 71 | - do - |
| I-9 | Al Murradah Rd./Abu Syaïd Rd. | 4th Feb. (Sat.) |
| I-10 | Abu Syaïd Rd./Al Arbaien Rd. | - do - |
| I-11 | Al Murradah Rd./Al Niel ODM | 2nd Feb. (Thur.) |
| I-12 | Al Niel ODM/Al Higrâ Rd. | - do - |

表 3.5 走行速度調査の対象ルートとスケジュール

| Route No. | Survey Route | Survey Date |
|-----------|---|----------------|
| S-1 | Railway Station - Al Gaaba Rd. - White Nile Bridge - Al Murradah Rd. - Omdurman City Hall | 7th Feb. (Tue) |
| S-2 | Railway Station - Al Gasr Rd. - Al-Niel Rd. - White Nile Bridge - Abu Syaïd Rd. - Al Arbaien Rd. - Omdurman City Hall | 7th Feb. (Tue) |
| S-3 | Railway Station - Al Gama'a Rd. - White Nile Bridge - Abu Syaïd Rd. - Al Fittaihab Bus Station | 8th Feb. (Wed) |
| S-4 | Railway Station - Hurria Bridge - Al Sayed Ali South Rd. - Al Shagra Rd. - Al Goz Cemetery | 8th Feb. (Wed) |
| S-5 | Railway Station - Al Mahatta Rd. - Blue Nile Bridge - Al Sayad Ali Rd. - Shambat Bridge - Al Higura Rd. - Omdurman City Hall | 9th Feb. (Thu) |
| S-6 | Railway Station - Al Gamhuria Rd. - Burri Bridge - Al Tai Yar Rd. - Shambat Bridge - Al Niel Omdurman - Al Murradah Park | 9th Feb. (Thu) |



LEGEND

S1 Vehicle Speed Survey Route

↑ Start and End Point of Survey

THE FEASIBILITY STUDY ON THE CONSTRUCTION OF THE NEW WHITE NILE BRIDGE

Fig. 3.2

走行速度調査における調査ルート

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

3.2.5 道路インベントリー調査

道路断面や交差点の詳細図面を関係機関より入手できないことから、これらのデータを入手するために、道路インベントリー調査を実施した。

道路インベントリー調査の作業項目は以下のとおりである。

A) 道路断面

- a) 用地幅
- b) 車線幅
- c) 車線数
- d) 路面及び舗装状態
- e) 沿道の土地利用状況

B) 交差点

- a) 交差点のタイプ及び形状
- b) 合流車線数
- c) 交通管制システム
- d) 交差点交通容量

3.3 調査対象地域内の交通特性

3.3.1 乗用車換算係数

スーダンでは交通量を表わす単位として乗用車換算台数（PCU）が通常用いられているため、各種交通調査によって得られたデータの解析作業に先んじて、NCKと協議の上乗用車換算係数を決めた。

本調査で使用された交換係数を表3.6に示す。ここで用いられた交換係数の値は、1983年のUNDPが実施した「Khartoum Traffic Management and Public Transport Study (UNDP Study)」で用いられたPCUとは異なっているが、NCKが用いられている英国基準（都市内道路）に準じた換算係数と同じものである。

表 3.6 乗用車換算係数

| Vehicle Type | PCU Conversion Factor |
|---------------|-----------------------|
| Passenger Car | 1.0 |
| Taxi | 1.0 |
| Pick-up | 1.0 |
| Mini-bus | 1.5 |
| Bus | 3.0 |
| Truck | 2.0 |
| Trailer | 3.0 |

3.3.2 既存橋梁上の交通特性

24時間交通量観測データ及びOD調査票をもとに、本調査対象地域内の4つの主要橋梁における交通特性は以下のように解析された。

(1) 24時間交通量

24時間交通量、交通量のピーク率及び昼夜率を表3.7にまとめた。ここでの昼夜率は、午前6時より午後6時までの12時間交通量の24時間交通量に対する割合を計算したものである。

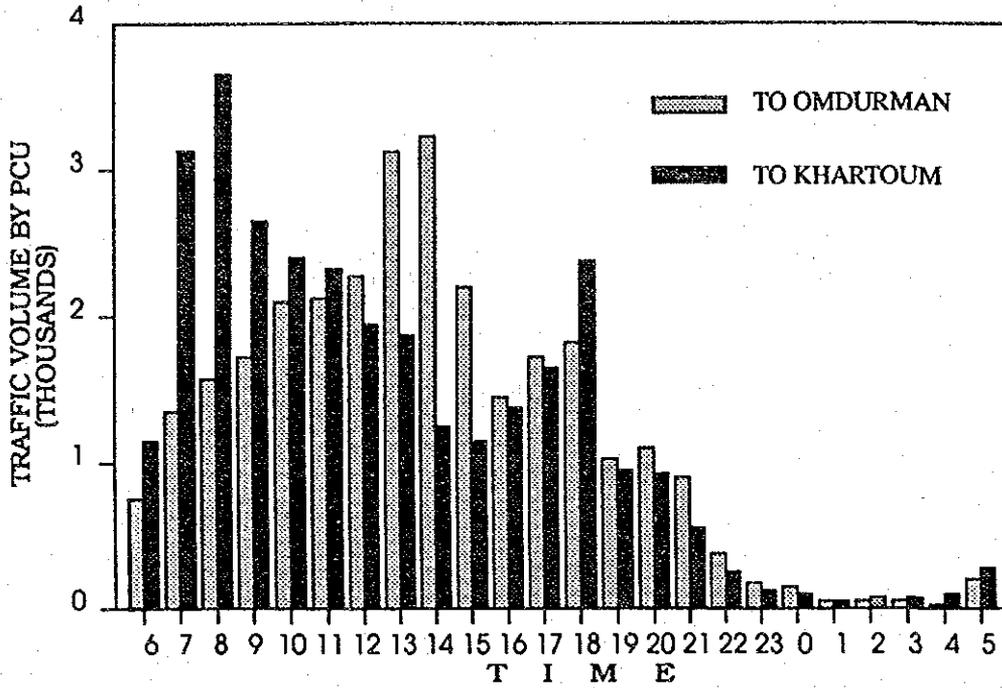
この表から明らかな様に、白ナイル橋の交通量は約60,000PCUと他の3橋梁に比べ非常に多い。これに対し、ピーク時における交通集中は、青ナイル橋が最も高く、これは青ナイル橋が一方通行規制を実施していることによると考えられる。

表 3.7 既存橋梁上の24時間交通量

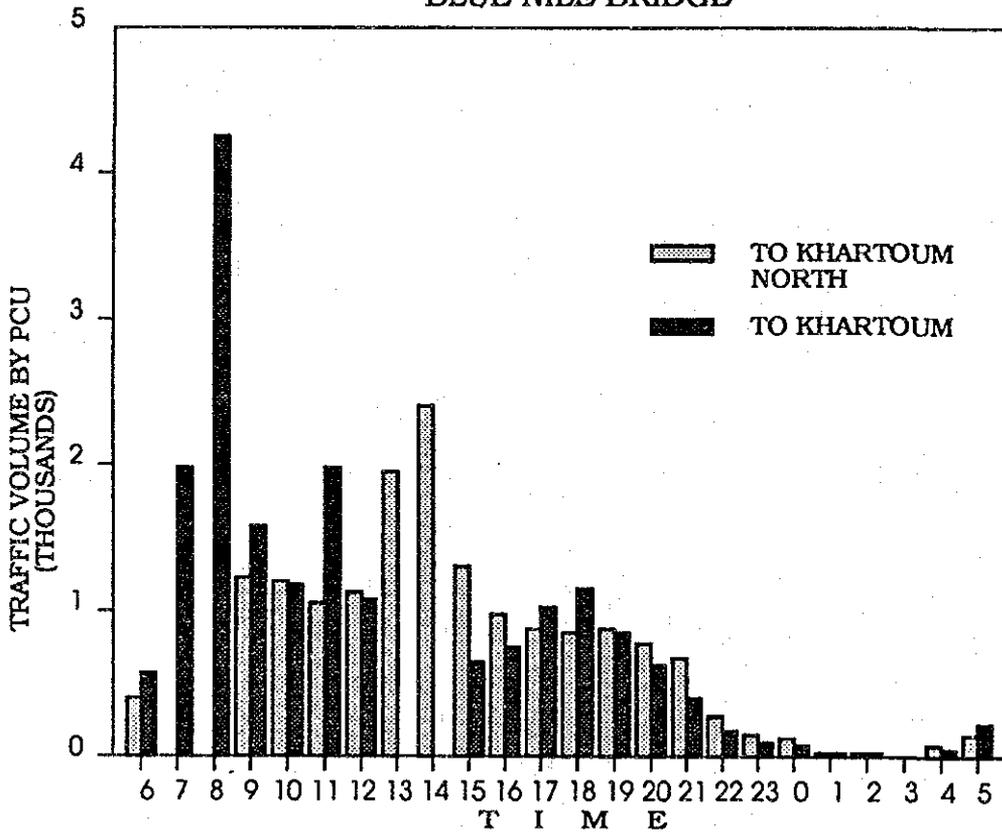
| Survey Station | 24 Hour Traffic Volume in PCU (both directions) | Peak Hour Ratio (%) | Day-Night Ratio (%) |
|------------------------|---|---------------------|---------------------|
| OD-1 White Nile Bridge | 59,828 | 8.7 | 70.8 |
| OD-2 Blue Nile Bridge | 35,209 | 12.0 | 74.9 |
| OD-3 Burri Bridge | 39,148 | 9.3 | 65.0 |
| OD-4 Shambat Bridge | 42,017 | 7.7 | 63.2 |

Source : The Study Team, Roadside OD Survey Results

WHITE NILE BRIDGE



BLUE NILE BRIDGE



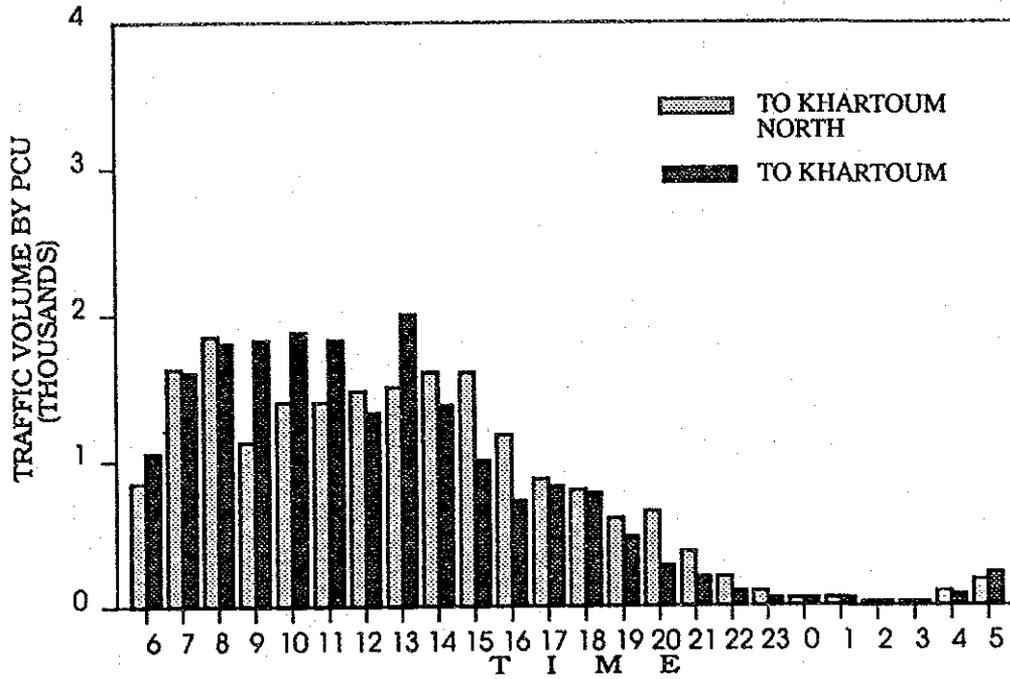
THE FEASIBILITY STUDY ON THE
CONSTRUCTION OF THE NEW WHITE
NILE BRIDGE

Fig.
3.3 (A)

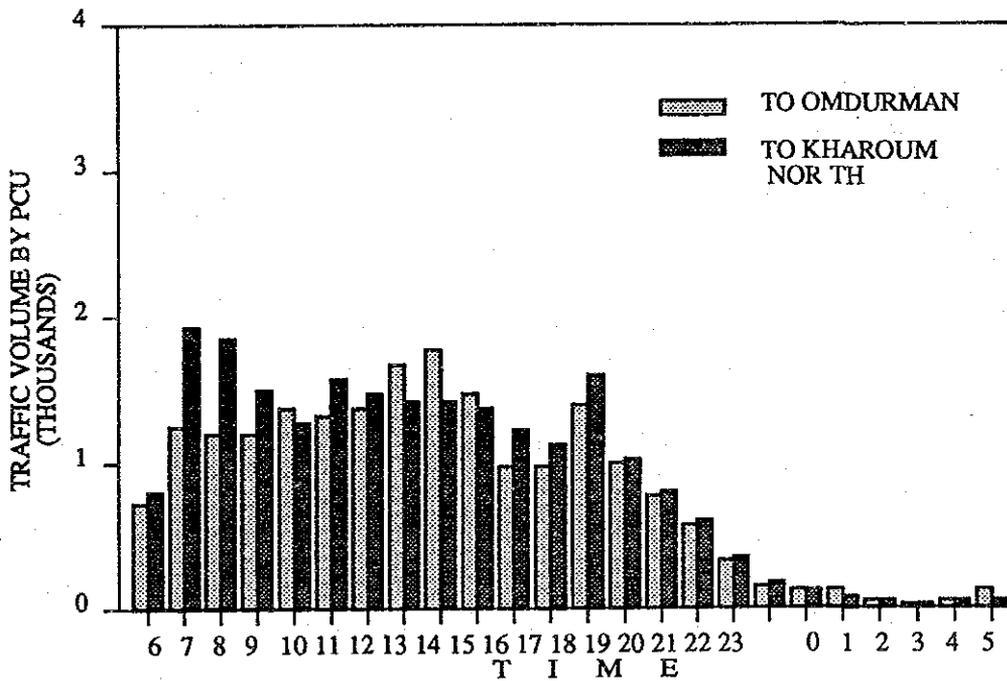
交通量の時間変動 (その1)

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

BURRI BRIDGE



SHAMBAT BRIDGE



THE FEASIBILITY STUDY ON THE
CONSTRUCTION OF THE NEW WHITE
NILE BRIDGE

Fig.
3.3 (B)

交通量の時間変動 (その2)

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

(2) 交通量の時間変動

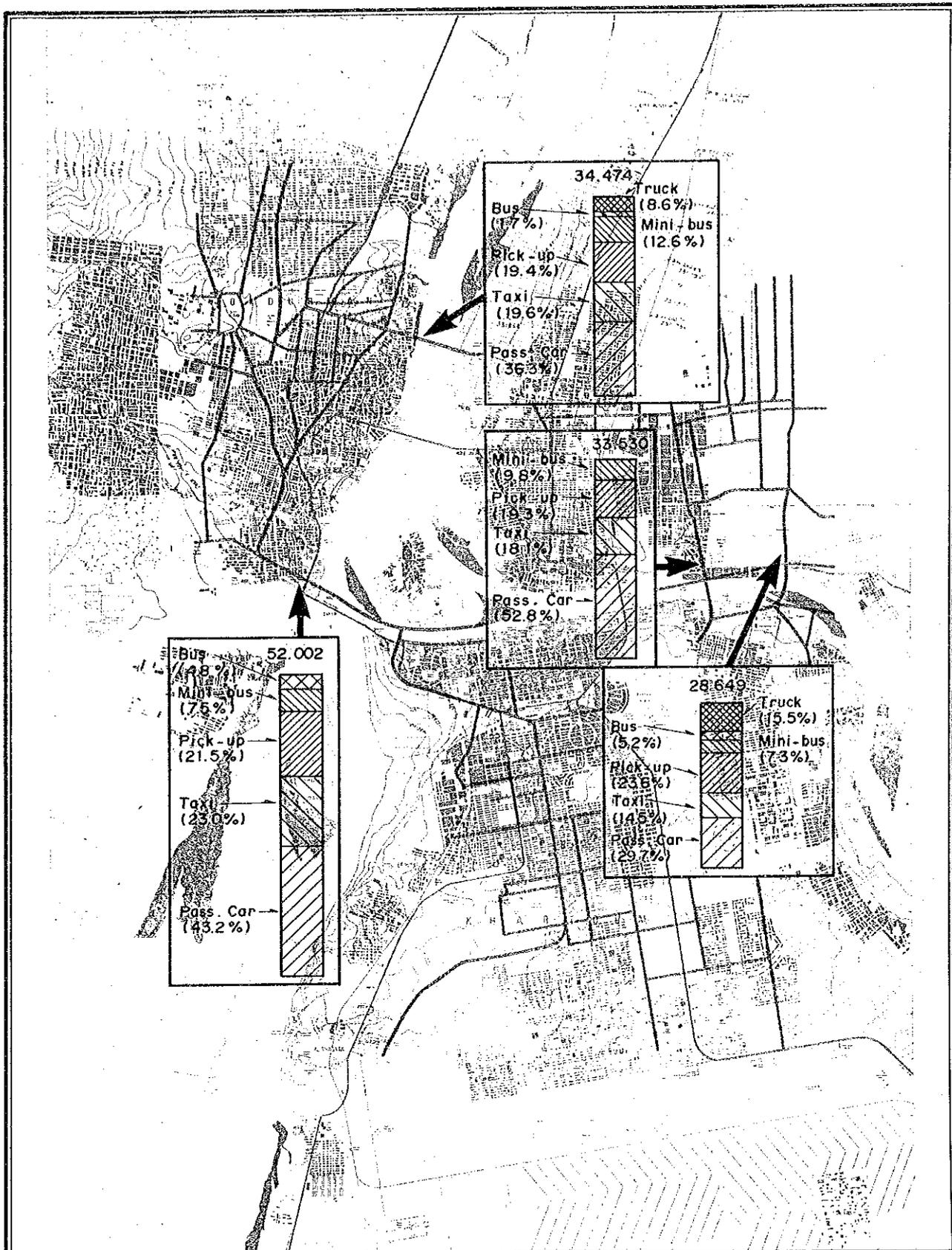
各橋梁の方向別交通量の時間変動を図3.3に示した。これらの図によれば、白ナイル橋、青ナイル橋ともに、ピーク時におけるハルツーム方向の交通量は約4,000PUCに達しているが、オフピーク時における白ナイル橋の両方向の交通量はほぼ2,000PUCである。

これとは対照的に、ブリ橋、シャンバット橋においては明確なピーク時がないことが示されている。

(3) 車種構成

主要4橋における車種構成を図3.4に示す。この図の中で各棒グラフの高さは交通量を表わしている。白ナイル橋、青ナイル橋では、トラック、トレーラー、バスの交通規制が行われているため、各橋の車種構成は非常に異なったものとなっている。白ナイル橋では、乗用車の割合が最も高く43.2%を示し、続いてタクシー23%、ピックアップ21.5%、ミニバス7.5%、そしてバスが4.8%となっている。

これとは対照的に、ブリ橋及びシャバット橋の車種構成は比較的類似しており、トラック及びトレーラーの比率がかなり高い一方、乗用車の比率が他の橋に比べかなり低くなっている。タクシーとピックアップの構成比が15-24%であることも車種構成上、本調査対象地域における特色であろう。



THE FEASIBILITY STUDY ON THE
CONSTRUCTION OF THE NEW WHITE
NILE BRIDGE

Fig. 3.4

主要道路上の交通の車種別構成

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

3.3.3 交通特性

路側OD調査結果をもとに調査対象地域の交通特性を解析した。

(1) トリップ目的

車種別トリップ目的を図3.5に示した。乗用車及びピックアップのトリップ目的は、比較的類似しており、「業務」が最も多く、「帰宅」、「私事」、「出勤」と続いている。

これとは反対にミニバス、バス、トラック及びトレーラーの目的はその車両特性から「業務」が最も多い。

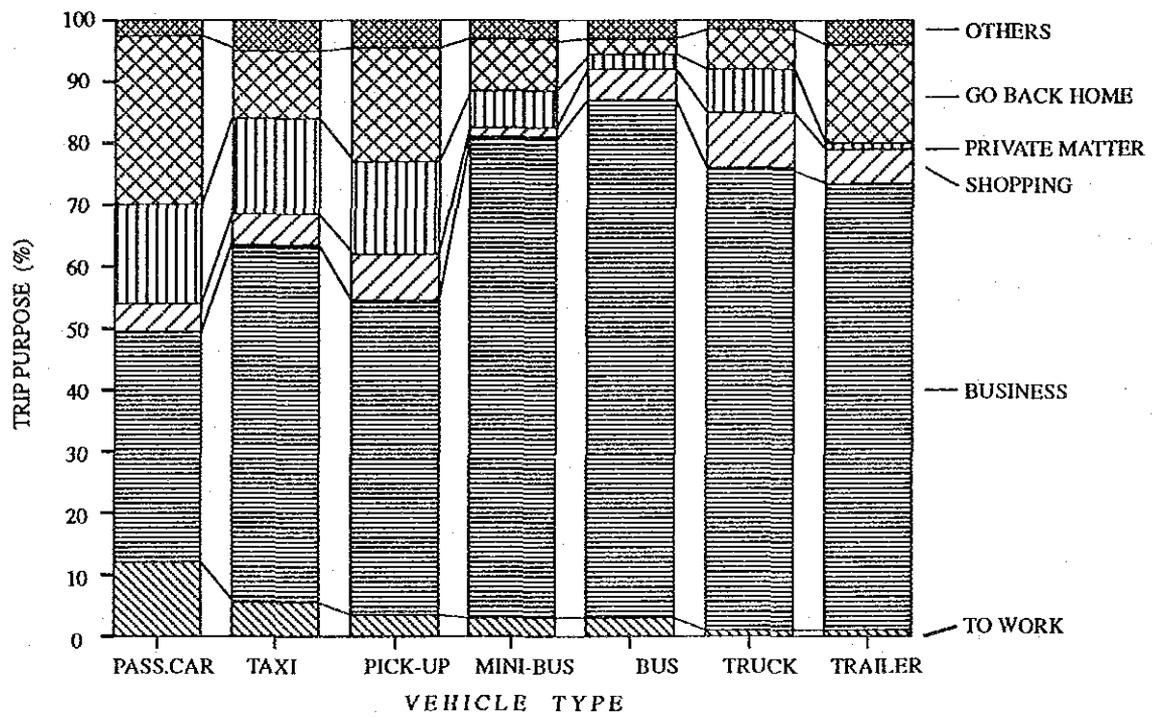
(2) 平均乗車人数

車種別平均乗車人数（運転手を含む）を表3.8に示す。ピックアップとトラックの乗車定員は3人であるが、多くの場合荷台に人を載せて運ぶこと（いわゆるバカシ）は、本調査対象地域内では禁止されているが、これら不法な運行をやめさせるのは非常にむずかしいとこともあり、その乗車人員は3人を超えている。

表3.8 平均乗車人数

| Vehicle Type | Average Number of Passengers |
|---------------|------------------------------|
| Passenger Car | 2.3 persons |
| Taxi | 2.8 persons |
| Pick-up | 3.3 persons |
| Mini-bus | 15.3 persons |
| Bus | 42.8 persons |
| Truck | 3.4 persons |
| Trailer | 3.1 persons |

Source : The Study Team, Roadside
OD Survey Results



THE FEASIBILITY STUDY ON THE
CONSTRUCTION OF THE NEW WHITE
NILE BRIDGE

Fig.
3.5

車両別トリップ目的

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

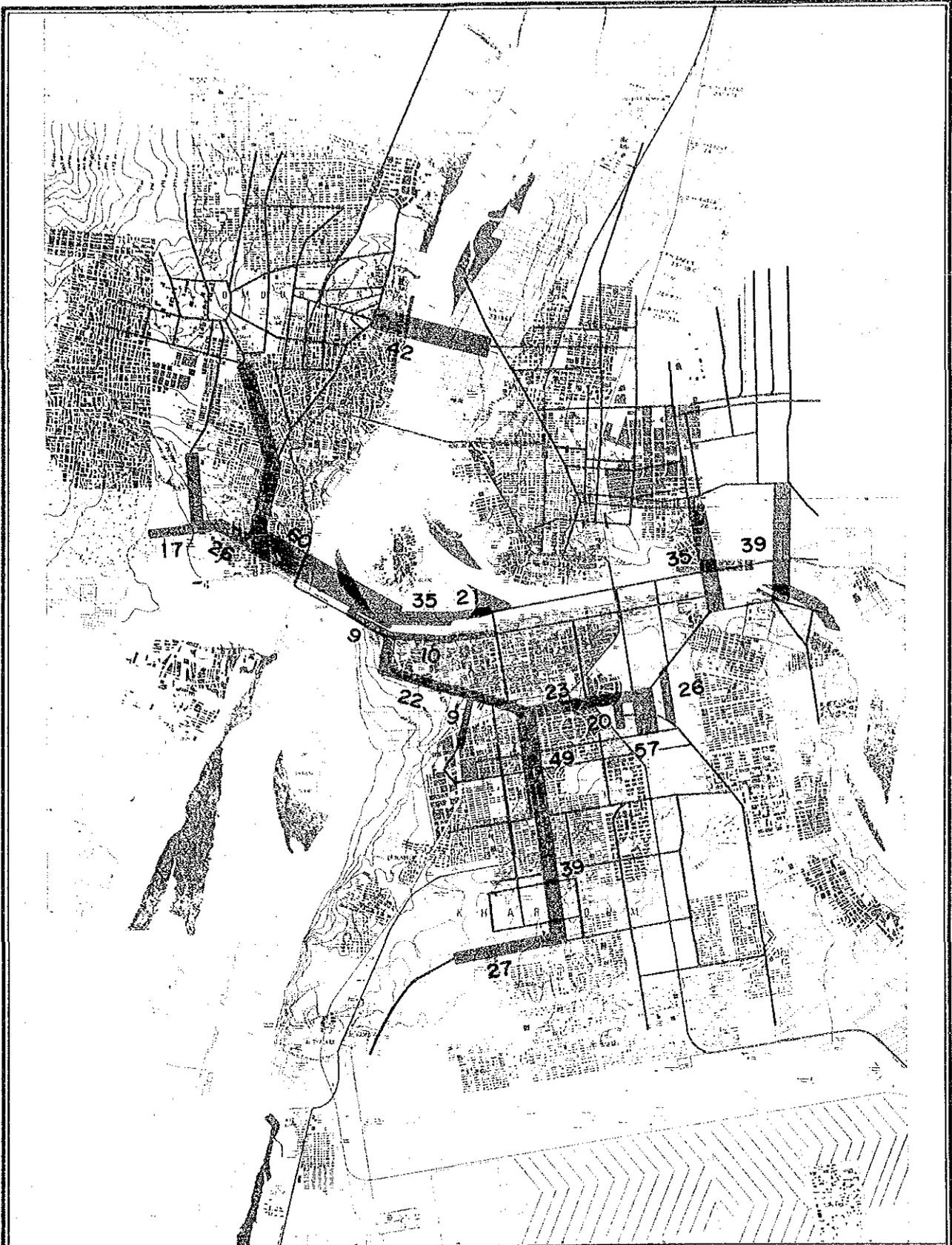
3.3.4 主要道路の交通量

各橋梁付近の道路における24時間交通量観測結果によると、白ナイル橋付近の交通状況は図3.6に示されるとおりである。この図では交通量は24時間PCUで表されている。この図から、白ナイル橋の両側ではハルツーム地区のアル・ニエル道路及びオムドルマン地区のアル・ムラダ道路が主要な交通路となっていることがわかる。また、アル・ガバ道路、アブ・サイ道路もそれぞれ22,000PCU、26,000PCUとかなり大量の交通量を擁していることがわかる。

さらに、中央ハルツームと南ハルツームを結ぶ主要道路となっているムクニミル道路、サイ・アリ南道路でも非常に高い交通量が観測されている。

3.3.5 交差点方向別交通量

白ナイル橋付近のいくつかの交差点は交通のボトルネックと考えられることから、これらの交差点についての方向別交通量を分析することが必要である。白ナイル橋の両側の4交差点における午前及び午後のピーク時方向別交通量を図3.7に示す。この図から、アル・ニエル道路とアル・ガバ道路の交差点、アル・ムラダ道路とアブ・サイ道路の交差点における午前と午後のピーク時の交通流に問題があることがわかる。

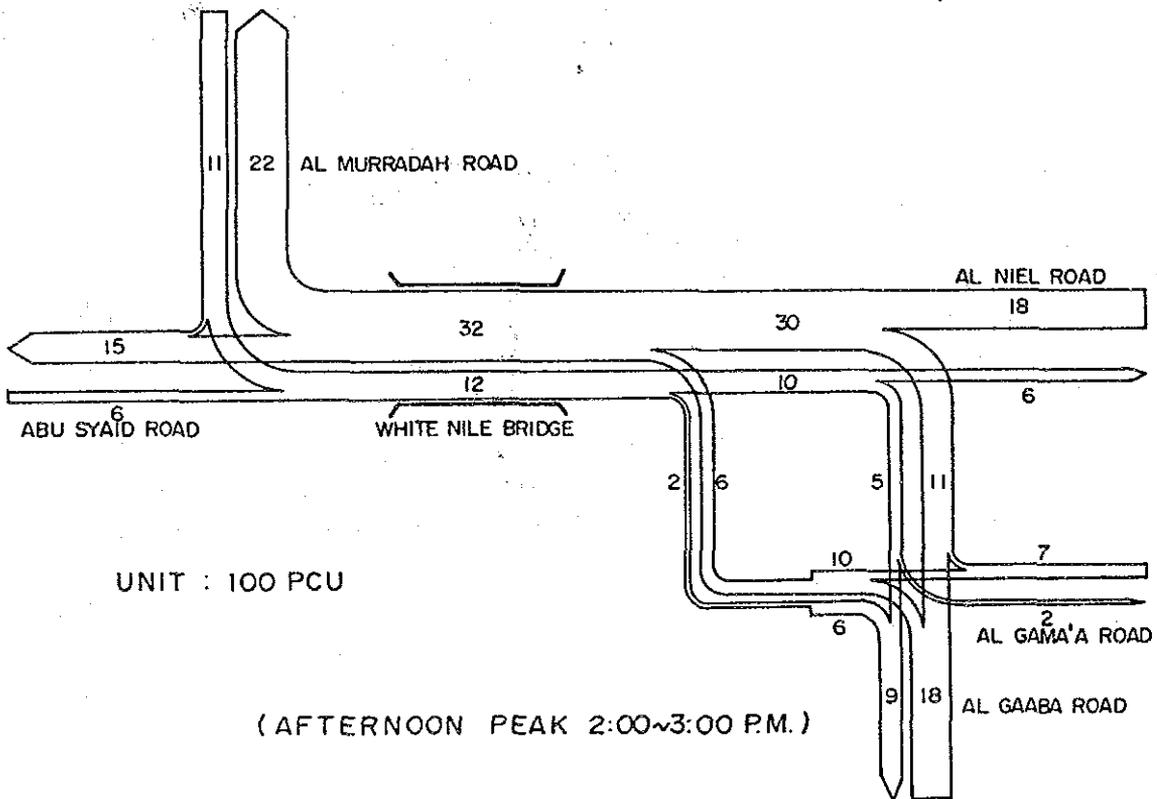
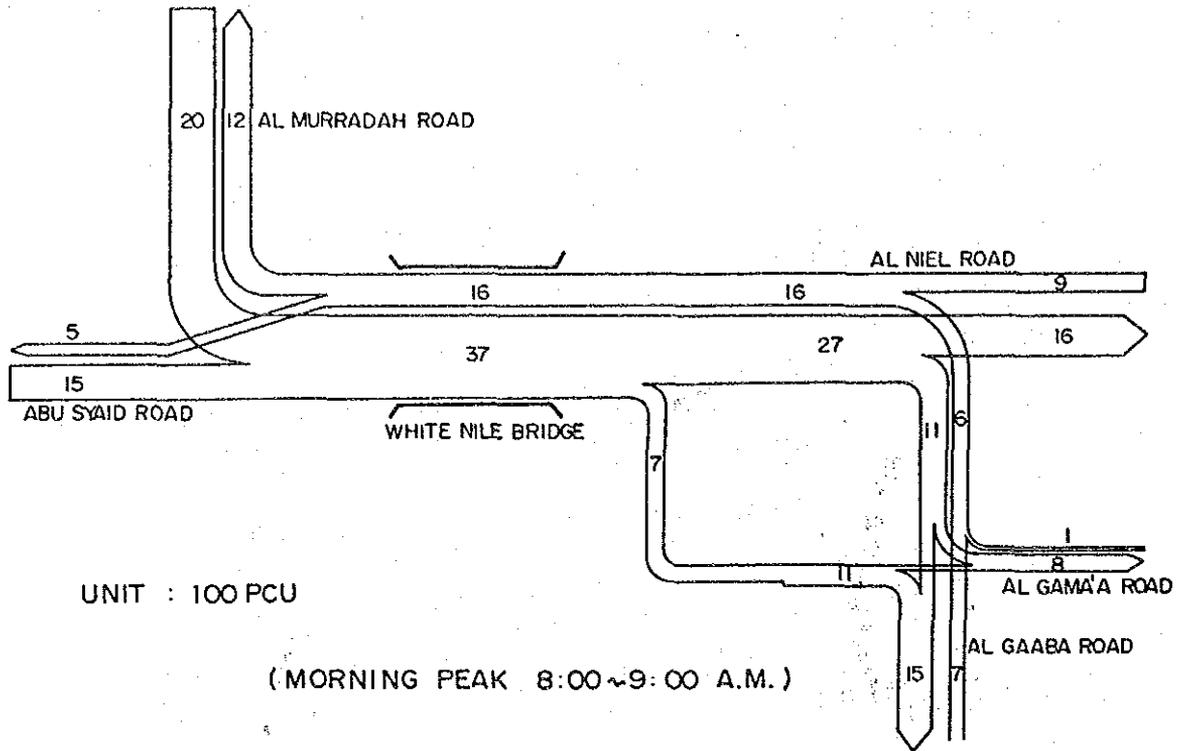


**THE FEASIBILITY STUDY ON THE
CONSTRUCTION OF THE NEW WHITE
NILE BRIDGE**

Fig. 3.6

主要道路上の交通量

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



THE FEASIBILITY STUDY ON THE
CONSTRUCTION OF THE NEW WHITE
NILE BRIDGE

Fig.
3.7

交差点方向別交通量

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

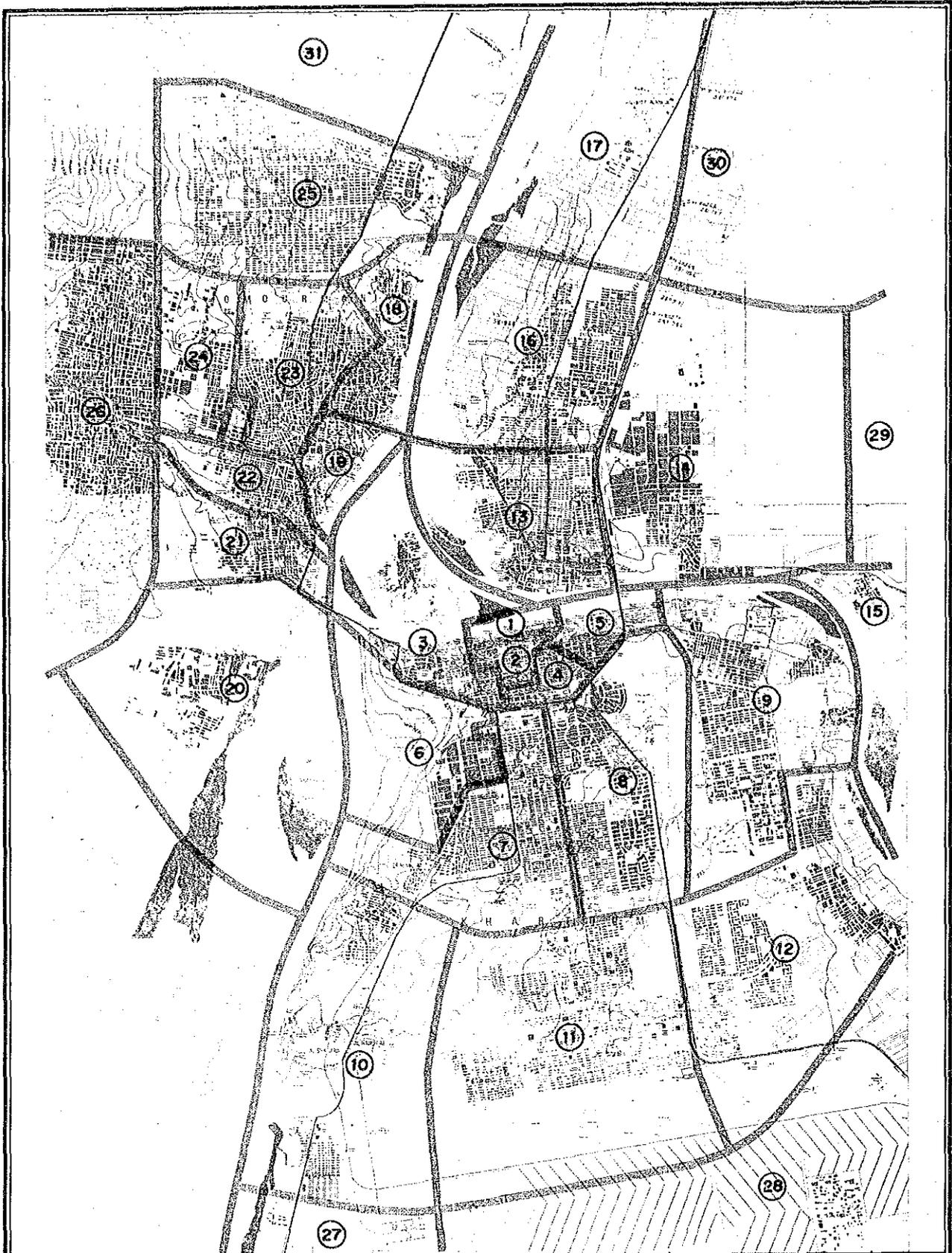
3.4 現在の交通需要

3.4.1 ゾーニング

UNDPの調査で用いられたゾーニングを基礎に対象地域のゾーニングを行った。本調査では、新白ナイル橋の将来交通量推計が重要であるゆえに、UNDPで用いられたゾーンのうち、新橋建設予定地から遠く離れたいくつかのゾーンについては、これを集約し1つのゾーンとしている。他方、急速に開発の進んでいる地域のゾーンは細分割された。本調査のゾーニングとUNDPのそれとの対応表を表3.9に示し、図3.8にゾーニング図を示す。

表3.9 ゾーン・コード対応表

| Area | Zones in the Study | Zones in UNDP Study |
|-------------------|--------------------|---------------------|
| 1) Khartoum | 1 | 1 |
| | 2 | 2 |
| | 3 | 3 |
| | 4 | 4 |
| | 5 | 5 |
| | 6 | 6 |
| | 7 | 31 |
| | 8 | 7 |
| | 9 | 8 |
| | 10 | 9 |
| | 11 | 10 |
| | 12 | 11 |
| 2) Khartoum North | 27 | 29, 37 |
| | 28 | 25, 32, 36 |
| | 13 | 12 |
| | 14 | 13 |
| | 15 | 14 |
| | 16 | 15 |
| | 17 | 16 |
| 29 | 26 | |
| 30 | 27, 33, 38 | |
| 3) Omdurman | 18 | 18 |
| | 19 | 19 |
| | 20 | 21 |
| | 21 | 34 |
| | 22 | 20 |
| | 23 | 17 |
| | 24 | 24 |
| | 25 | 23 |
| | 26 | 22, 35 |
| | 31 | 28 |
| 32 | 21 | |



**THE FEASIBILITY STUDY ON THE
CONSTRUCTION OF THE NEW WHITE
NILE BRIDGE**

Fig. 3.8

∨ - ∨ ⊠

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

3.4.2 現在OD表の作成

現在OD表の作成はこの調査の基礎であるゆえ、この作成には特に注意が払われた。BCEOMがUNDP調査で用意した詳細OD表は、本調査の第一段階では役立ったが、マクロなゾーンによるOD表以外は本調査では使用できないと判断し、従って調査団は以下の方法により現在OD表の作成を行った。

(1) 路側OD調査結果の拡大

路側OD調査はサンプリングにより行われているため、これら収集されたODデータは車種別に24時間交通量に拡大された。拡大される際、2つの橋梁でダブルカウントされたと考えられる車両は除去した。拡大されたOD量のうち橋を横断するODペアについては、実際の交通量でもってチェックを行った。

(2) マイクロゾーンODデータからトラフィックゾーンへの分解

橋を通るODペア以外のものについては、UNDP調査で得られたマクロゾーンのODデータを本調査のゾーンに分割しなければならない。このためにまず最初にUNDP調査による1988年のOD表をもとに、1989年と1988年の自動車保有台数の相違に基づき、1989年のOD表を作成した。その後、マクロゾーンODデータを各ゾーンの人口や労働者数を指標としてトラフィックゾーンへ分割した。

(3) 現在OD表の作成

上記(1)、(2)の作業を行った後、2種のODデータを統合し、車種別の現在OD表を作成した。

トラフィックゾーン(32ゾーン)を基にした全車種現在OD表をAppendix 3.3に示す。

3.4.3 現在OD表

(1) マクロゾーンによる現在OD表

交通需要の把握を容易にするため作成された現在OD表をマクロゾーンに集約した。マクロゾーンは以下のとおりである。

- a) KRT-CE ハルツーム地区中央部
- b) KRT-SW " 南西部
- c) KRT-SE " 南東部
- d) KRTN-W " 西南部及び北部
- e) KRTN-E " 東部
- f) ODM-CE オムドルマン地区中央部
- g) ODM-SW " 南部及び西部
- h) ODM-NO " 北部

作成された全車種のマクロゾーンの現在OD表を表3.9に示す。この表からKRT-CEに関連するゾーンが最大の交通需要で、KRTN-Wゾーン、KRT-SWゾーン、ODM-CEゾーンと続いていることがわかる。

表3.10 マクロゾーンOD表

| ORI/DES | KRT-CE | KRT-SW | KRT-SE | KRTN-W | KRTN-E | ODM-CE | ODM-SW | ODM-NO | TOTAL |
|---------|-----------------|----------------|---------------|----------------|----------------|----------------|---------------|---------------|------------------|
| KRT-CE | 5587 1.3% | 24984 5.9% | 17906 4.2% | 10576 2.5% | 6675 1.6% | 12982 3.1% | 2785 0.7% | 2601 0.6% | 84096 19.9% |
| KRT-SW | 32085 7.6% | 7777 1.8% | 6042 1.4% | 2640 0.6% | 4218 1.0% | 4569 1.1% | 1082 0.3% | 762 0.2% | 59175 14.0% |
| KRT-SE | 23813 5.6% | 6126 1.5% | 4771 1.1% | 3089 0.7% | 4797 1.1% | 3748 0.9% | 666 0.2% | 1053 0.2% | 48063 11.4% |
| KRTN-W | 13417 3.2% | 2912 0.7% | 3866 0.9% | 20043 4.8% | 12602 3.0% | 9654 2.3% | 987 0.2% | 1480 0.4% | 64961 15.4% |
| KRTN-E | 6979 1.7% | 2518 0.6% | 3214 0.8% | 13563 3.2% | 9278 2.2% | 2126 0.5% | 887 0.2% | 686 0.2% | 39251 9.3% |
| ODM-CE | 12484 3.0% | 5618 1.3% | 3204 0.8% | 8977 2.1% | 3077 0.7% | 6517 1.5% | 8469 2.0% | 8317 2.0% | 56663 13.4% |
| ODM-SW | 2790 0.7% | 1736 0.4% | 866 0.2% | 933 0.2% | 650 0.2% | 10860 2.6% | 7124 1.7% | 7859 1.9% | 32818 7.8% |
| ODM-NO | 4268 1.0% | 1143 0.3% | 1076 0.3% | 1555 0.4% | 1601 0.4% | 10593 2.5% | 7810 1.9% | 8613 2.0% | 36659 8.7% |
| TOTAL | 101423 24.1% | 52814 12.5% | 40945 9.7% | 61376 14.6% | 42898 10.2% | 61049 14.5% | 29810 7.4% | 31371 7.4% | 421686 100.0% |

(2) 現在の交通パターン

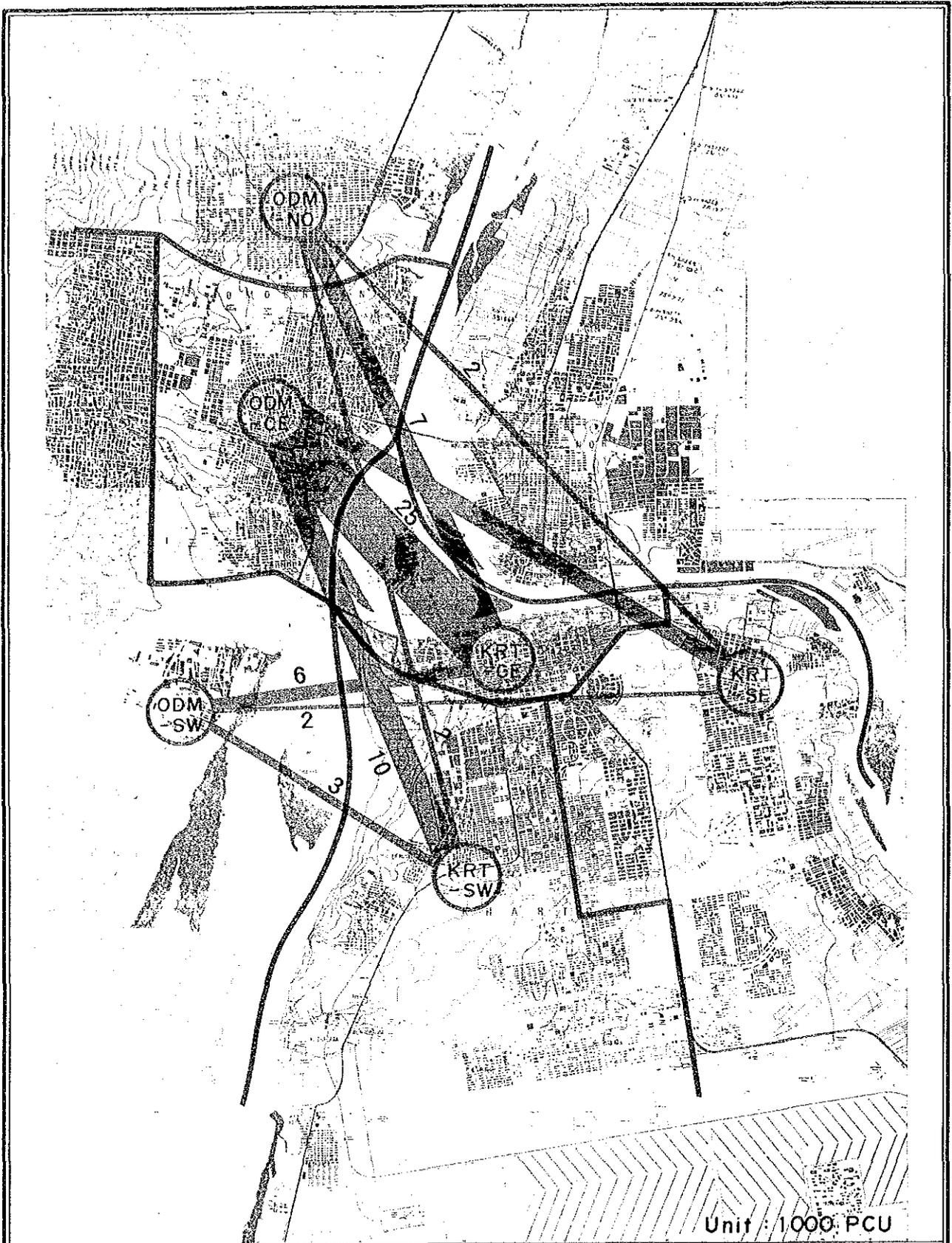
マクロゾーンによる現在OD表によると、ハルツームとオムドルマン間の交通需要は図3.9に示されている。本調査の目的が上記両地区間の交通需要を把握することであることから、ここでは重要パターンをハルツームとオムドルマン間に限って示すこととする。

この図からわかるように、ハルツーム及びオムドルマンの両地区の中心部を結ぶ交通量は、両地区間の総交通量の40%にあたる。

このODペア以外については、KRT-CE~ODM-NO、KRT-SW~ODM-CE、KRT-SE~ODM-CE間の交通需要がかなり高い値を示している。

3.4.4 現在道路網における交通量

現在OD表と現在の道路網に基づき、第4章で述べる方法により交通量配分を行った。現在の道路網に交通量を配分した結果を図3.10に示す。

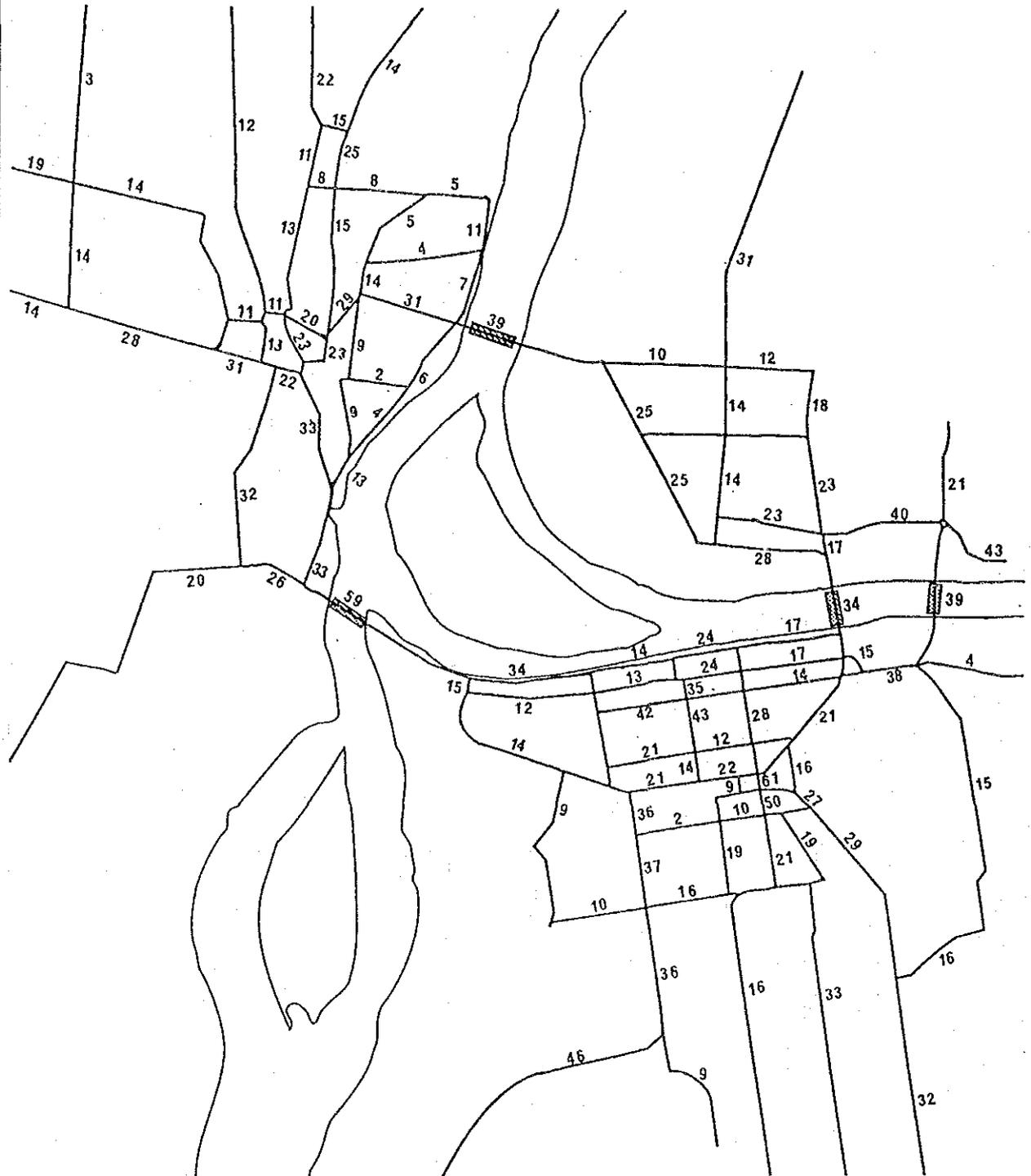


THE FEASIBILITY STUDY ON THE
CONSTRUCTION OF THE NEW WHITE
NILE BRIDGE

Fig. 3.9

現況交通のパターン

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



UNIT: 1000pcu/day

THE FEASIBILITY STUDY ON THE
CONSTRUCTION OF THE NEW WHITE
NILE BRIDGE

Fig.
3.10

現況交通量の配分

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

第4章 将来交通量の推定

第4章 将来交通量の推定

4.1 概要

将来の需要交通量は過去の交通計画調査、社会・経済データ及び補足の交通実態調査をもとに推計される。この需要交通量の推計は、

- a) 新白ナイル橋の必要な車線数を決定する
- b) 新白ナイル橋へのアプローチ道路に係わる交差点改良計画に必要な交通量データを提供する
- c) 新白ナイル橋建設によってもたらされる経済便益を推計する

目的をもっておこなわれる。

以下ではまずハルツーム市における将来交通の需要推計の手順を説明し、その後その結果を示す。

4.2 需要推計のプロセス

将来の交通需要推計は1989年を基準年度として行った。将来の社会経済の変化及びプロジェクトライフを考慮し、推計年度は1995年、2005年及び2015年とした。交通の需要推計のプロセスは図4.1に示すとおりである。

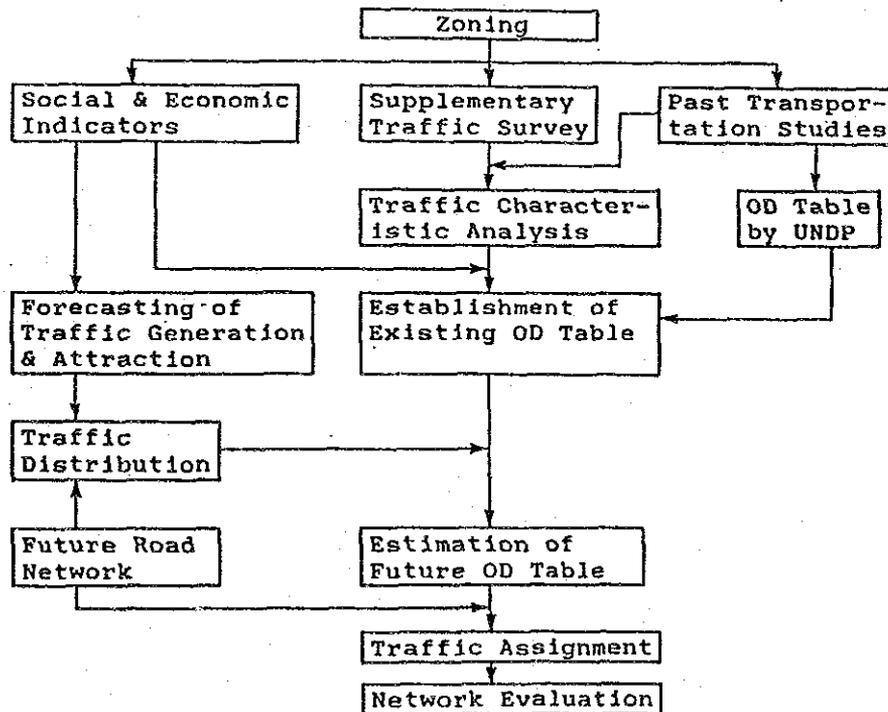


図4.1 将来の交通需要推計のプロセス

4.2.1 交通特性の分析

交通は種々の日常の生活活動や経済活動に依存して決まる。従って、交通特性は社会・経済変数と密接に関係している。このためできるだけ精確に需要推計を行う目的で、過去の調査、統計、資料及び交通調査結果から得られたデータや情報に基づき、交通特性が検討された。

4.2.2 現在OD表の作成

現在OD表は調査団の行った交通調査結果をもとに、UNDPのOD表を補正することによって作成された。補正は配分交通量が実際の交通量と各リンクにおいて一致するようおこなわれた。

4.2.3 発生量と集中量の予測

将来のゾーン別発生・集中交通量は発生・集中モデルを用いて予測した。発生・集中モデルは次のとおりである。

$$T = a + b \cdot POP + c \cdot EMP + d \cdot CAR$$

ここで、

- T : 発生量あるいは集中量
- POP : 人口
- EMP : 就業者数
- CAR : 自動車保有率
- a、b、c、d : パラメーター

4.2.4 交通量の分布

将来OD表を作成するために、開発地域において新たに発生あるいは集中する交通量をゾーン間に分布させるため、以下の重力モデルが適用された。

$$X_{ij} = k \cdot G_i^a \cdot A_j^b / T_{ij}^c$$

- ここで、
- X_{ij} : i、jゾーン間のトリップ
 - G_i : iゾーンの発生交通量
 - A_j : jゾーンの集中交通量
 - T_{ij} : i、jゾーン間の時間距離
 - k、a、b、c : パラメーター

4.2.5 将来OD表の作成

上記のステップを経て、将来OD表が作成された。将来の予測年次は1995年、2005年及び2015年である。この将来OD表は将来の人口、就業者数、経済成長等を反映したものとなっている。

4.2.6 交通量の配分

予測された将来のOD交通量は道路や橋の将来交通量を推計するために将来の道路ネットワークに配分される。配分交通量の手法としてQV法が用いられる。QV法は道路の速度と容量との関係に従って、OD交通量を道路上に配分するものである。QV法を適用する際に必要な条件は、道路インベントリー調査や走行速度調査等の結果を用いて決定される。図4.2にQV関係を示す。

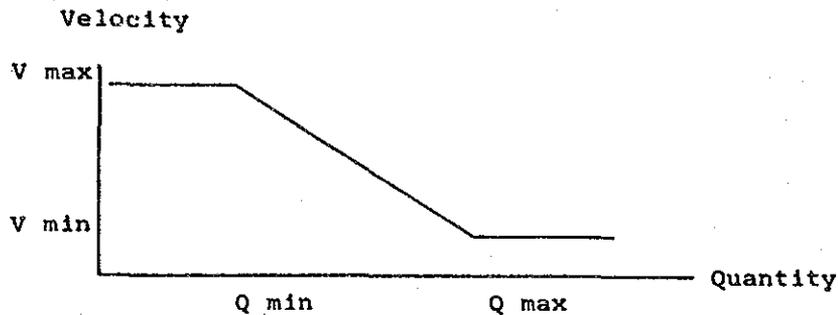


図4.2 Q V 式

4.2.7 配分交通量の評価

配分交通量を評価するために、車種別のすべてのOD表は乗用車を単位(PCU)として表され、それらを合計することにより1つのOD表として作成される。このプロセスを経てのみ、新白ナイル橋、アプローチ道路、及び交差点の交通量を詳細に検討できることになる。

4.3 社会・経済指標の予測

ゾーン別の将来交通の需要を予測するためには、交通の発生及び集中に関連する将来の社会・経済変数がゾーン別に先決されていなければならない。本目的に対し、以下の社会・経済変数が予測された。

- a) 人口
- b) 第二次産業の就業者数
- c) 第三次産業の就業者数
- d) 世帯数
- e) 自動車登録台数

4.3.1 人口

ゾーン別人口は図4.3に示された手順により予測された。

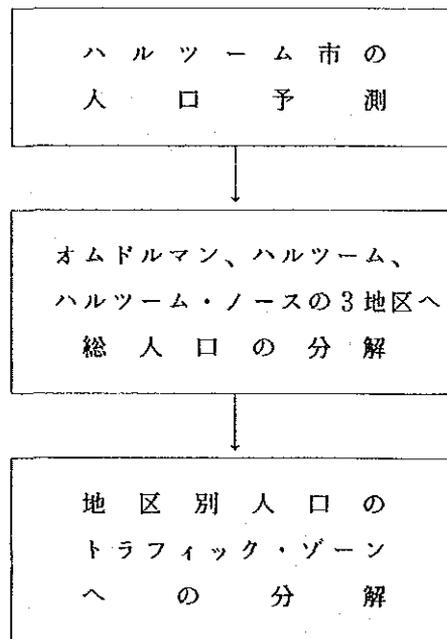


図4.3 ゾーン別人口の予測方法

まず、ハルツーム市の総人口の予測を行う。次に、この予測した全人口をオムドルマンハルツーム、及びハルツーム・ノースの3地区へ分解する。最後に、上記3地区の人口は将来の発展方向を考慮に入れながら、各地区のトラフィック・ゾーンへ分解を行った。

(1) ハルツーム首都圏市の総人口

表4.1に示されているように、ハルツーム首都圏の人口は過去30年間に4.8%の成長率で増加してきており、1983年には1.8百万人となった。特に、都市人口の成長率は高く、同期間中に7%の率で成長してきている。この傾向は農村地域のみならず、隣接国からの人口流入を考慮すれば、今後も続くと予想される。

表4.1 ハルツーム市の人口

unit : 1000 person

| Year | Urban | Rural | Total |
|---------------------------|--------|-------|--------|
| 1955/56 | 262.6 | 250.0 | 503.6 |
| 1964/65 | 459.0 | 216.9 | 675.9 |
| 1973 | 848.8 | 214.5 | 1063.3 |
| 1983 | 1547.2 | 255.1 | 1802.3 |
| Growth Rate (55/56-83) | 6.8% | 0% | 4.8% |

Source : Dept. of Statistics

ハルツーム市の将来人口は上記のデータを用い、対数線形モデルを適用し予測した。

$$\text{Log} Y = - 718.1464 + 95.57143 \cdot \text{Log} X$$

ここで、

Y : 人口
X : 年

1995年までの人口予測は上記の式によって求めたが、それ以降に関しては、まず2005年までに人口の成長率が2.8%まで低下するという仮定のもとで求められた。2005年以降の人口は2.8%のまま成長してゆくものと仮定した。2.8%の成長率は政府の想定した成長率でもあるゆえに、長期の成長率を2.8%とすることは妥当であると考えられる。表4.2において、ハルツーム市の将来の人口を示した。

表4.2 ハルツーム市の将来人口

| Year | Projection (thousand person) | Growth Rate (%) |
|------|---------------------------------|--------------------|
| 1983 | 1,802.3 | |
| 1989 | 2,396.0 | 4.8 |
| 1995 | 3,197.5 | 4.8 |
| 2000 | 3,816.0 | 3.6 |
| 2005 | 4,380.9 | 2.8 |
| 2010 | 5,030.0 | 2.8 |
| 2015 | 5,774.8 | 2.8 |

Source : The Study Team

ハルツーム市へ流入しつづける人口を考慮し、より高い人口成長率を仮定しているレポートもみうけられる。しかし、2015年という長期の予測を明示的に行っているレポートはない。本調査においては上で述べたように1995年以降の人口成長率が徐々に低下するように仮定したが、その理由は以下のとおりである。

- a) 「救済、復興及び開発のための4年計画 1988/89-1991/92」によれば、地域間の均衡的発展及び格差の是正が強調されており、政府はこの目的にそって政策をおしすすめようとしている。このためにはハルツーム市の人口成長をこの目的にそわせることが最善の策である。それゆえにハルツーム市の将来の人口成長率を全国の人口成長率(2.8%)とほぼ同じくすることが望ましい。

- b) ハルツーム市への人口流入はますます増加してきており、その結果市内の生活環境は一層悪化してきている。このため、政府による道路、水道、電気、学校等のインフラ整備や公共サービスの提供を非常に困難にしている。もし政府が上記の戦略の実施につとめ、地方における雇用機会をふやし、生活条件の向上につとめるならば、地方からハルツーム市への人口流入は大幅に減少してくるものと考えられる。
- c) 地方における人口流出はすでに労働力の不足、高齢者の重労働による負担の増大、農業部門の生産性の減少等の負の影響となって顕在化してきている。しかしながら、上述の政府の戦略、近年の天候の回復、政府の内戦終結への努力を考慮すれば、ハルツームへ流入した人口もやがては故郷へ帰ってゆくものと期待される。
- d) 表 2.12において過去の地方開発投資予算配分をみると、1986/87年度においてNCKへの予算配分が異常に増加している。この事は近年のハルツーム市への急速な人口流入に対処するものであるが、表 4.3 においては示されているように、今後はハルツーム市へのこのような大きな投資配分は許されなくなっている。このように将来の地域間の投資配分の観点からも、地域間の均衡ある人口成長は望ましいと言える。

表 4.3 地域間開発投資予算の配分

Unit : Million Ls

| Region | 80/81 | 81/82 | 82/83 | 83/84 | 84/85 | 85/86 | 86/87 |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| NCK | 1.0 | 2.0 | 3.0 | 4.0 | 4.2 | 8.1 | 25.2 |
| Northern | 3.1 | 7.0 | 8.5 | 12.0 | 5.0 | 8.8 | 9.5 |
| Central | 4.0 | 7.0 | 8.0 | 9.3 | 8.0 | 7.3 | 7.6 |
| Eastern | 3.0 | 3.9 | 6.5 | 7.0 | 4.0 | 6.6 | 7.0 |
| Kordofan | 3.0 | 5.4 | 8.0 | 9.5 | 10.0 | 8.2 | 7.2 |
| Darfur | 3.0 | 7.0 | 8.5 | 12.0 | 7.0 | 9.9 | 8.5 |
| Southern | | | | | | | |
| Regions | 25.9 | 26.3 | 26.0 | 33.0 | - | - | - |
| Equatoria | - | - | - | - | 7.8 | 7.5 | 18.3 |
| Bahr El | | | | | | | |
| Ghazal | - | - | - | - | 7.9 | 7.5 | 8.8 |
| Upper Nile | - | - | - | - | 6.9 | 7.2 | 8.2 |
| Total | 43.0 | 59.4 | 68.5 | 86.8 | 60.8 | 71.1 | 100.3 |

Source : The Four Year Salvation, Recovery and Development Programme (1988/89-1991/92)

上記のa)～d)の理由から、将来のハルツーム市の人口成長率が停減すると仮定することは妥当であると思われる。

追加的にハルツーム市の人口の安定増加を考慮し、調査団は成長率一定のケースをも検討を行った。このケースでは現在の人口成長率(4.8%)が2015年まで続くと仮定されている(以後、本ケースを High Caseと呼び、これまでのケースを Low Case と呼ぶ)。表4.4においてはこのケースによる人口予測を示した。他の主要結果は付録4.1から4.5に掲げた。

表4.4 将来の人口 (High Case)

| Year | Projection (thousand persons) | Growth Rate (%) |
|------|----------------------------------|--------------------|
| 1983 | 1,802.3 | |
| 1989 | 2,396.0 | 4.8 |
| 1995 | 3,174.3 | 4.8 |
| 2000 | 4,012.9 | 4.8 |
| 2005 | 5,073.0 | 4.8 |
| 2010 | 6,413.1 | 4.8 |
| 2015 | 8,107.3 | 4.8 |

Source : The Study Team

表4.4に示された将来人口を考えると、この予測が実現するとは考えがたく、従って、本ケースは参考として掲げたものである。

(2) ハルツーム市の3地区の人口

上記で予測されたハルツーム市の総人口はハルツーム、ハルツーム・ノース(白ナイル地区も含む)及びオムドマンの3地区に分解される。表4.2に示されているように、市内の都市化地域と非都市化地域の人口成長率のかなりの相違を考え、白ナイル地区の人口成長率を1973年から1983年の成長で先決めし、このハルツーム地区、ハルツーム・ノース地区、オムドマン地区の人口を各地区の都市化地域の人口成長率でもって予測した。最後に、この予測された人口の合計が表4.5において先決されているハルツーム市の総人口と一致するよう修正された。以上の手順で予測された各地区の人口は表4.6に掲げられている。

(3) ゾーン別人口

UNDPの調査においては、ハルツームの市街化地域（ゾーン1～5）、Saggana (7)、Sahafa (10)、ハルツーム・ノースの市街化地域 (12)、Shambat (15)、Beit E L Mal (19)、Mahadia (23)、Nubbawi (18)のようなすでに発展した地域は将来これ以上開発が進まないと仮定しており、他方、郊外部では開発のため人口が増大すると仮定されている。現在のところこの方向でハルツーム市が発展しているため、まずはじめに、新たに発展するであろう郊外部へ人口の増加部分のはりつけをおこない、その後に、残りの人口増加部分を現在の人口のウェイトで各ゾーンへ分配をおこなった。Appendix 4.1 にトラフィックゾーン別の人口予測を示した。

表 4.5 3 地区の将来人口

Unit : 1000 persons

| Year | Omdurman | Khartoum North | Khartoum East | Nile | Total |
|-------|----------|----------------|---------------|-------|--------|
| 1973* | 299.4 | 333.9 | 298.3 | 214.5 | |
| 1983* | 526.3 | 476.2 | 341.1 | 255.1 | |
| 1989 | 838.1 | 686.5 | 589.1 | 282.3 | |
| 1995 | 1022.5 | 1053.1 | 809.6 | 312.3 | 3197.5 |
| 2000 | 1195.1 | 1308.9 | 972.2 | 339.8 | 3816.0 |
| 2005 | 1325.9 | 1527.1 | 1137.2 | 390.1 | 4380.9 |
| 2010 | 1488.7 | 1824.1 | 1269.4 | 447.9 | 5030.1 |
| 2015 | 1704.4 | 2171.6 | 1381.6 | 514.2 | 1774.8 |

Note * : Population of Omdurman, Khartoum and Khartoum North only includes that of urban areas.

Source : The Study Team

4.3.2 就業者数

(1) ハルツーム市の就業者数の予測

表4.6に示されている様に、1973年から1983年までの第二次産業と第三次産業の就業者数の成長率はそれぞれ6.9%、6.5%であったが、農業部門の就業者数の成長率は-3.2であった。一般的に、就業者数は経済成長とともに成長するので、本プロジェクトの基準年度の1989年における第二次産業及び第三次産業就業者数はそれらに対応する部門のGDPの成長率と同じ成長率でもって推計された。将来のこれら両部門の就業者数は「救済、復興及び開発のための4カ年計画 1988/89-1991/92」において推計されている成長率で増加するものと仮定した。すなわち、第二次産業の就業者数は8.0%、第三次産業の就業者数は4.4%の成長率で増加すると仮定した。しかし、前者の第二次産業に関しては、将来おこりうる経済状態の変動を考慮し、2000年以降は8.0%の成長率が4%へ低下するものと仮定された。表4.6には1973年及び1983年の現況とあわせて、将来の部門別の就業者数の予測値を示した。

表4.6 部門別の就業者数

Unit : 1000 persons

| Year | Agriculture | Secondary Industry | Tertiary industry | Total |
|------|-------------|--------------------|-------------------|----------|
| 1973 | 55.0 | 66.7 | 177.7 | 299.0 |
| 1983 | 40.1 | 130.4 | 328.8 | 499.3 |
| 1989 | (40.1) | 139.7 | 352.4 | (532.2) |
| 1995 | (40.1) | 221.1 | 456.3 | (717.5) |
| 2000 | (40.1) | 324.2 | 566.0 | (930.3) |
| 2005 | (40.1) | 394.0 | 702.0 | (1136.1) |
| 2010 | (40.1) | 478.9 | 870.7 | (1389.7) |
| 2015 | (40.1) | 582.0 | 1080.0 | (1702.1) |

Note : Projection of employment in agricultural sector is tentative. Actually, agricultural employment is not used in the traffic forecasting stages.

(2) 3地区の就業者数の予測

ハルツーム市のハルツーム地区、ハルツーム・ノース及びオールドルマン地区の就業者数は、上記で予測されたハルツーム市の総就業者数をUNDPによる就業者数の空間的分布を用いて、三地区に分布させ、予測をおこなった。予測結果を表4.7(1)~4.7(3)に示した。

表 4.7 (1) 第 1 次産業人口

Unit : 1000 person

| Year | Omdurman | Khartoum North | Khartoum | Total |
|------|----------|----------------|----------|-------|
| 1983 | 11.6 | 21.4 | 7.1 | 40.1 |
| 1989 | 11.6 | 21.4 | 7.1 | 40.1 |
| 1995 | 11.6 | 21.4 | 7.1 | 40.1 |
| 2000 | 11.6 | 21.4 | 7.1 | 40.1 |
| 2005 | 11.6 | 21.4 | 7.1 | 40.1 |
| 2010 | 11.6 | 21.4 | 7.1 | 40.1 |
| 2015 | 11.6 | 21.4 | 7.1 | 40.1 |

Note : Projection is tentative.

Source : The Study Team

表 4.7 (2) 第 2 次産業人口

Unit : 1000 persons

| Year | Omdurman | Khartoum North | Khartoum | Total |
|------|----------|----------------|----------|-------|
| 1983 | 46.0 | 40.8 | 43.6 | 130.4 |
| 1989 | 49.3 | 45.6 | 44.8 | 139.7 |
| 1995 | 68.1 | 76.5 | 76.5 | 221.1 |
| 2000 | 99.9 | 112.2 | 112.2 | 324.2 |
| 2005 | 121.4 | 136.3 | 136.3 | 394.0 |
| 2010 | 147.5 | 165.7 | 165.7 | 478.9 |
| 2015 | 179.2 | 201.4 | 201.4 | 582.0 |

Source : The Study Team

表 4.7 (3) 第 3 次産業人口

Unit : 1000 persons

| Year | Omdurman | Khartoum North | Khartoum | Total |
|------|----------|----------------|----------|---------|
| 1983 | 73.0 | 54.9 | 200.9 | 328.3 |
| 1989 | 78.8 | 62.7 | 211.1 | 456.3 |
| 1995 | 99.0 | 85.8 | 271.5 | 456.3 |
| 2000 | 122.8 | 106.4 | 336.8 | 566.0 |
| 2005 | 152.3 | 132.0 | 417.7 | 702.0 |
| 2010 | 188.9 | 163.7 | 518.1 | 870.7 |
| 2015 | 234.4 | 203.0 | 642.6 | 1,090.0 |

Source : The Study Team

(3) ゾーン別の就業者数

ゾーン別の就業者数の予測も、UNDPによる就業者数の空間的分布を基礎になされた。Appendix 4.2 にトラフィックゾーン別の将来の就業者数を示した。

4.3.3 世帯数

表 4.8 に示した平均家族数から、一世帯当りの平均家族人員は 6 人であると考えられる。従って、ゾーン別の世帯数はゾーン別の人口を 6 で除することによって求めた。Appendix 4.3 に各ゾーンの世帯数を掲げた。

表 4.8 世帯数と平均家族数

| Council | Population | Household | Household Size |
|----------------|------------|-----------|----------------|
| Omdurman | 648,700 | 106,719 | 6.1 |
| Khartoum North | 596,248 | 99,536 | 6.0 |
| Khartoum | 557,351 | 90,237 | 6.2 |

Source : The Study Team

4.3.4 自動車登録台数

(1) ハルツーム市の自動車登録台数

表4.9に示したように、自動車登録台数の伸びは、スーダンの経済停滞にもかかわらず、過去5年間大幅に増加してきている（年率10.3%の成長率）。この主な理由はハルツーム市への人口の集中もさることながら、海外で働くスーダン人による自動車の持ち込みがあげられよう。

表4.9 ハルツーム市の自動車保有台数

| Year | No. of Registrations | Expansion Rate |
|------|----------------------|----------------|
| 1983 | 58564 | - |
| 1984 | 65467 | 1.12 |
| 1985 | 67800 | 1.16 |
| 1986 | 69700 | 1.19 |
| 1987 | 85729 | 1.46 |
| 1989 | 95728 | 1.63 |

Source : Police Dept.

自動車登録台数の予測は、以下のモデルを用いてなされた。

$$CAR = EXP (a + b \cdot POP + c \cdot GDP + d \cdot YEAR)$$

ここで、

- CAR : 自動車登録台数
- GDP : 国内総生産
- YEAR : 年
- POP : 人口
- EXP : 指数
- a、b、c、d : パラメーター

推定されたパラメーターは次のとおりである。

| | a | b | c | d | 重相関係数 |
|--------|---------|---------|---------|---------|--------|
| パラメーター | 1.37672 | 0.00085 | 0.00006 | 0.00219 | 0.9588 |
| T 値 | (1.38) | (1.53) | (0.94) | (0.42) | |

上記のモデルを用いて予測された自動車登録台数は表 4.10のとおりである。

表 4.10 自動車登録台数の予測

| Year | Projection |
|------|------------|
| 1983 | 58,564 |
| 1989 | 103,309 |
| 1995 | 130,415 |
| 2000 | 158,360 |
| 2005 | 192,306 |
| 2010 | 233,570 |
| 2015 | 283,620 |

Source : The Study Team

(2) ゾーン別自動車登録台数

将来のゾーン別自動車登録台数を予測するために、ゾーン別の世帯数を四つの所得グループ、すなわち、高所得グループ、中の上所得グループ、中の下所得グループ、低所得グループに分割した。表 4.11に示した各グループの自動車保有率（UNDPの調査を基礎にしてある）にもとずき、各ゾーンの自動車登録台数を推計した。この後、この推計された各ゾーンの自動車登録台数の合計が、上記のハルツーム市の自動車登録台数の総計と一致するよう、各ゾーンの自動車登録台数の修正を行った。この結果はAppendix 4.4 に示されている。

表 4.11 所得階層別自動車保有率

| Income Class | Number of Cars Per 1000 Inhabitants |
|--------------|--|
| Low | 9.5 |
| Low Middle | 66.6 |
| High Middle | 129.0 |
| High | 229.0 |

Source : The Study Team

4.4 将来OD表の作成

車種別の将来OD表が次の手順で作成された。

- a) ハルツーム市の総発生・集中交通量（主成量）の予測
- b) ゾーン別発生・集中交通量の予測
- c) 分布交通量の予測
- d) 将来OD表の作成

4.4.1 総発生・集中交通量の予測

カルツーム市の発生・集中交通量は人口、就業者数、その他の経済変数等と密接な関係をもっている。トリップに関する時系列データはスーダンでは利用できないため、次式のような幾何平均が車種別の伸び率を決定するために求められた。

$$\begin{aligned} \text{乗用車の伸び率} &= (PAS \times GDP \times COM \times POP)^{1/4} \\ \text{バス及びミニバスの伸び率} &= (BUS \times GDP \times COM \times POP)^{1/4} \\ \text{トラック及びトレーラーの伸び率} &= (TRU \times GDP \times COM \times EMP)^{1/4} \end{aligned}$$

ここで、

| | | | |
|-----|---|----------------|---|
| PAS | : | 乗用車の登録台数の伸び率 | |
| BUS | : | バス類の | " |
| TRU | : | トラック類の | " |
| GDP | : | 国内総生産の | " |
| COM | : | 消費の | " |
| POP | : | 人口の | " |
| EMP | : | 第二次・三次産業の就業者数の | " |

表4.12には推計された車種別の伸び率を示した。これらの成長率をもちいてハルツーム市の総発生・集中交通量を車種別に予測した。この結果は表4.13に示されている。

表 4.12 車種別の発生・集中交通量の伸び率

| | 1989-1995 | 1995-2000 | 2000-2005 | 2005-2010 | 2010-2015 |
|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Passenger Car | 2.600 2.600 | 2.417 2.597 | 2.206 2.597 | 2.206 2.597 | 2.206 2.597 |
| Mini-bus & Bus | 3.732 3.732 | 3.472 3.732 | 3.170 3.732 | 3.170 3.732 | 3.170 3.732 |
| Truck & Trailer | 3.831 3.831 | 3.881 4.060 | 3.621 4.103 | 3.621 4.150 | 3.621 4.060 |

Note : Upper line -- Low Case
Lower Line -- High Case

Source : The Study Team

表 4.13 車種別の将来発生・集中交通量

| | 1989 | 1995 | 2000 | 2005 | 2010 | 1015 |
|---------------|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Passenger Car | | 297673 | 335478 | 374094 | 417218 | 465313 |
| | 225185 | | | | | |
| | High Case | 299670 | 338383 | 384664 | 474282 | 539150 |
| Mini-bus | | 47284 | 56083 | 65554 | 76624 | 89564 |
| | 37952 | | | | | |
| | High Case | 47284 | 56791 | 68209 | 81923 | 98394 |
| Bus | | 117242 | 20450 | 23903 | 27940 | 32659 |
| | 13839 | | | | | |
| | High Case | 17242 | 20709 | 24873 | 29874 | 35880 |
| Truck | | 42715 | 51673 | 61731 | 73747 | 88101 |
| | 34089 | | | | | |
| | High Case | 42715 | 53486 | 65397 | 80141 | 97809 |
| Trailer | | 6008 | 7268 | 8683 | 10373 | 12392 |
| | 4795 | | | | | |
| | High Case | 6008 | 7523 | 9198 | 11272 | 13757 |

Source : The Study Team

4.4.2 ゾーン別将来発生集中交通量

ゾーン別の将来発生集中量は以下のステップで予測した。

- a) ステップ1 回帰モデルを用いてのゾーン別発生・集中量の一次予測。
- b) ステップ2 ステップ1において予測されたゾーン別の発生・集中交通量の合計が、表4.13の交通量に一致するようにゾーン別の発生・集中交通量の修正を行う。

(1) 回帰モデルによる分析

ゾーン別の発生集中交通量と社会・経済指標との関係を得るために、以下の回帰モデルを作成した。

$$TE_{ij} = F_j (POP_i, SEMP_i, TEMO_i, VEH_i, HLO_i)$$

ここで、

| | | |
|------------------|---|----------------------|
| TE _{ij} | : | iの車種jゾーンの発生あるいは集中交通量 |
| POP | : | 人口 |
| SEMP | : | 第二次産業就業者数 |
| TEMO | : | 第三次産業就業者数 |
| VEH | : | 自動車登録台数 |
| HLO | : | 世帯数 |
| i | : | 車種 |
| j | : | ゾーン |

良好な推定結果を得るためトライアル・エラーを繰り返した結果、以下のモデルとパラメーターがゾーンの発生・集中交通量を予測するために採用された。表4.14にこの結果をとりまとめている。トレーラーはデータ不足のため良好な推定結果を得ることが出来なかったため、トラックに含められている。

表4.14 ゾーン別発生・集中交通量予測のための回帰

モデルとパラメータ

| | | Constant | Population | Secondary Employ. | Tertiary Employ. | Sec. & Tert. Employ. | Correlation Coeff. |
|----------|---|---------------------|--------------------|-------------------|-------------------|----------------------|--------------------|
| Pass Car | G | 2344.72 (2.06) | 0.02799 (2.83) | 0.21567 (1.45) | 0.26269 (5.21) | -- | 0.8353 |
| | A | 1860.19 (1.96) | 0.17482 (2.12) | 0.31874 (2.58) | 0.43389 (8.18) | -- | 0.9271 |
| Mini-bus | G | -109.21 (-0.47) | 0.00710 (3.55) | 0.04647 (1.55) | 0.05582 (5.47) | -- | 0.8511 |
| | A | -100.08 (0.42) | 0.00611 (2.94) | 0.05806 (1.86) | 0.05699 (5.39) | -- | 0.8544 |
| Bus | G | 82.89 (0.33) | 0.00270 (0.14) | -- | -- | 0.04681 (9.94) | 0.9268 |
| | A | -2293.39 (-1.40) | 0.00150 (0.91) | -- | -- | 0.04938 (10.83) | 0.9250 |
| Truck | G | 14.66 (-0.11) | 0.01254 (10.58) | 0.06769 (3.81) | 0.00246 (0.41) | -- | 0.8990 |
| | A | 1041.53 (5.13) | -- | 0.02770 (0.61) | 0.00903 (0.59) | -- | 0.9351 |

Note : - () means T-value

- G: Generation A: Attraction

Source : The Study Team

(2) ゾーン別将来発生・集中交通量の決定

上記の回帰モデルで予測されたゾーン別の発生・集中量の合計は先に決定されたハルツーム市の総発生・集中量に一致する保証はないため、前者のゾーン別の将来発生・集中量に一致するよう修正され、ゾーン別の将来発生・集中量として確定された。この結果は付録4.5に示されている。

(3) 分布交通量の予測

道路ネットワークの改善により（新白ナイル橋の建設も含めて）、将来のトリップパターンが変わってくる。従って、将来のトソップ分布パターンを以下のグラビティ・モデルを用いて予測を行った。

$$T_{ij} = a \cdot (T_i^b \cdot T_j^c) / D_{ij}^d$$

ここで、

T_{ij} : ゾーン i 、 j 間の分布交通量

T_i : ゾーン i の発生交通量

T_j : ゾーン j の集中交通量

D_{ij} : i 、 j 間距離

$a : b : c : d$: パラメーター

グラビティ・モデルのパラメーターは回帰分析により推定された。表 4.15 にその結果を示す。

表 4.15 グラビティ・モデルのパラメーター

| Type of Vehicle | a | b | c | d | Correlation Coefficient |
|-----------------|----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------------|
| Passenger Car | -10,75211 (13.26) | 0.84299 (13.83) | 0.93149 (15.68) | 0.05100 (10.19) | 0.58083 |
| Mini-bus | -5.62335 (10.24) | 0.68060 (12.85) | 0.63628 (11.45) | 0.13258 (2.57) | 0.60040 |
| Bus | -5.62335 (16.00) | 0.47024 (4.92) | 0.50494 (5.50) | 0.13217 (0.62) | 0.63470 |
| Truck | -7.59053 (11.62) | 0.74468 (11.19) | 0.81506 (11.42) | 0.39918 (6.72) | 0.61930 |

Note : () means T-Value

Source : The Study Team

グラビティ・モデルで予測されたゾーン間交通量の合計は上記で得られた発生量ないしは集中量に等しくない。従って、フレーター法を用い前者と後者を一致させることにした。フレーター法は以下のように定式化される。

$$T_{ij} = t_{ij} \cdot F_i \cdot F_j \cdot (L_i + L_j) / 2$$

ここで、

$$F_i = G_i / g_i$$

$$F_j = A_j / a_j$$

$$L_i = \sum_j X_{ij} / \sum_j (X_{ij} \cdot F_j)$$

$$L_j = \sum_i X_{ij} / \sum_i (X_{ij} \cdot F_i)$$

$$g_i = \sum_j T_{ij}$$

$$a_j = \sum_i T_{ij}$$

T_{ij} : 修正後の i 、 j 間交通量

t_{ij} : 修正前の i 、 j 間交通量

G_i : i ゾーン発生量

A_j : j の集中量

4.4.3 将来OD表の作成

フレーター法を適用し、1995年、2005年及び2015年の将来OD表が車種別に作成された。作成されたこれらのOD表はAppendix 4.6に掲げたが、ゾーン集約したマクロのOD表は表4.16(1)から4.16(3)に示されている。参考として、ゾーンとマクロゾーン（集約ゾーン）の対応表をAppendix 4.7に示した。

上記のOD表から、2015年における対象地域の交通需要は100万台を超え、しかもその半数はハルツーム地区の中心部に集中している。その他ではハルツーム・ノース地区の西部、オムドルマン地区の中心部に交通需要が多い。2015年のハルツーム地区とオムドルマン地区間の交通需要は約13万台と予測されている。

4.4.4 将来の交通の需要パターン

図4.4は2015年のハルツーム地区とオムドルマン地区間の交通需要を図示したものである。この図においてハルツーム地区の中心部とオムドルマン地区の中心部を結ぶ交通量はハルツーム地区とオムドルマン地区の総交通量の36%にあたる47,000台であることが示されている。

表 4.16(1) 将来OD表 (1995年マクロゾーン)

FUTURE OD TABLE : YEAR 1995

VEHICLE TYPE : ALL VEHICLES BY PCU

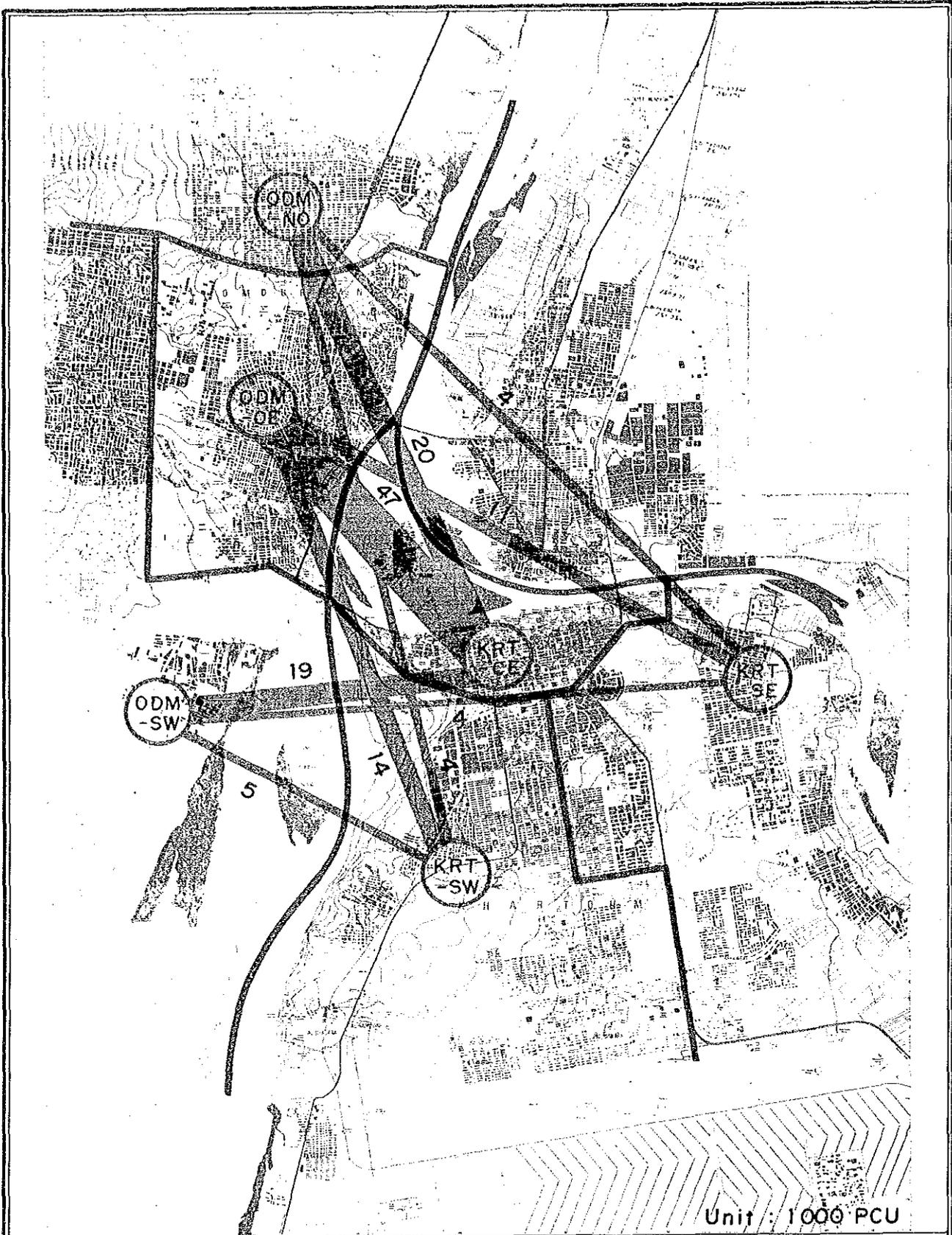
| ORI/DES | KRT-CE | KRT-SW | KRT-SE | KRTN-W | KRTN-E | ODM-CE | ODM-SW | ODM-NO | TOTAL |
|---------|-----------------|----------------|---------------|----------------|----------------|----------------|---------------|---------------|------------------|
| KRT-CE | 15803 2.9% | 27022 5.0% | 19538 3.6% | 12238 2.3% | 8127 1.5% | 14876 2.8% | 3674 0.7% | 3413 0.6% | 104691 19.4% |
| KRT-SW | 35127 6.5% | 17671 3.3% | 6358 1.2% | 3076 0.6% | 4643 0.9% | 4994 0.9% | 1266 0.2% | 930 0.2% | 74065 13.7% |
| KRT-SE | 26446 4.9% | 6473 1.2% | 13301 2.5% | 3554 0.7% | 5234 1.0% | 4151 0.8% | 834 0.2% | 1208 0.2% | 61201 11.3% |
| KRTN-W | 16232 3.0% | 3404 0.6% | 4330 0.8% | 32541 6.0% | 13589 2.5% | 10311 1.9% | 1275 0.2% | 1740 0.3% | 83422 15.5% |
| KRTN-E | 9293 1.7% | 2923 0.5% | 3601 0.7% | 14426 2.7% | 20037 3.7% | 2699 0.5% | 1126 0.2% | 899 0.2% | 55004 10.2% |
| ODM-CE | 14829 2.7% | 5947 1.1% | 3492 0.6% | 9441 1.8% | 3512 0.7% | 18401 3.4% | 8927 1.7% | 8740 1.6% | 73289 13.6% |
| ODM-SW | 4340 0.8% | 1952 0.4% | 1042 0.2% | 1227 0.2% | 927 0.2% | 11498 2.1% | 13443 2.5% | 8126 1.5% | 42555 7.9% |
| ODM-NO | 5595 1.0% | 1331 0.2% | 1231 0.2% | 1798 0.3% | 1838 0.3% | 11139 2.1% | 8059 1.5% | 14112 2.6% | 45103 8.4% |
| TOTAL | 127665 23.7% | 66723 12.4% | 52893 9.8% | 78301 14.5% | 57907 10.7% | 78069 14.5% | 38604 7.2% | 39168 7.3% | 539330 100.0% |

表 4.16(2) 将来OD表 (2005年マクロゾーン)

| ORI/DES | KRT-CE | KRT-SW | KRT-SE | KRTN-W | KRTN-E | ODM-CE | ODM-SW | ODM-NO | TOTAL |
|---------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|---------------|---------------|------------------|
| KRT-CE | 35642 4.6% | 30782 4.0% | 22825 3.0% | 15550 2.0% | 10839 1.4% | 18342 2.4% | 5427 0.7% | 5270 0.7% | 144677 18.8% |
| KRT-SW | 40766 5.3% | 36196 4.7% | 7025 0.9% | 4043 0.5% | 5449 0.7% | 5770 0.8% | 1632 0.2% | 1317 0.2% | 102198 13.3% |
| KRT-SE | 31696 4.1% | 7180 0.9% | 31028 4.0% | 4663 0.6% | 6157 0.8% | 4972 0.6% | 1210 0.2% | 1608 0.2% | 88514 11.5% |
| KRTN-W | 21692 2.8% | 4406 0.6% | 5451 0.7% | 57285 7.5% | 15389 2.0% | 11486 1.5% | 1836 0.2% | 2335 0.3% | 119880 15.6% |
| KRTN-E | 135419 1.8% | 3685 0.5% | 16054 0.6% | 39930 2.1% | 3662 5.2% | 1573 0.5% | 1369 0.2% | 84262 0.2% | 39251 11.0% |
| ODM-CE | 19186 2.5% | 6575 0.9% | 4097 0.5% | 10318 1.3% | 4281 0.6% | 39823 5.2% | 9787 1.3% | 9646 1.3% | 103713 13.5% |
| ODM-SW | 7380 1.0% | 2362 0.3% | 1443 0.2% | 1822 0.2% | 1450 0.2% | 12629 1.6% | 25798 3.4% | 8720 1.1% | 61604 8.0% |
| ODM-NO | 8444 1.1% | 1719 0.2% | 1606 0.2% | 2344 0.3% | 2307 0.3% | 12201 1.6% | 8584 1.1% | 26202 3.4% | 63407 8.3% |
| TOTAL | 178347 23.2% | 92905 12.1% | 77923 10.1% | 112079 14.6% | 85802 11.2% | 108885 14.2% | 55847 7.3% | 56467 7.4% | 768255 100.0% |

表 4.16(3) 将来OD表 (2015年マクロゾーン)

| ORI/DES | KRT-CE | KRT-SW | KRT-SE | KRTN-W | KRTN-E | ODM-CE | ODM-SW | ODM-NO | TOTAL |
|---------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------|---------------|-------------------|
| KRT-CE | 61224 5.8% | 35332 3.3% | 27361 2.6% | 19887 1.9% | 14186 1.3% | 22546 2.1% | 7700 0.7% | 7957 0.8% | 196193 18.5% |
| KRT-SW | 47607 4.5% | 58556 5.5% | 7882 0.7% | 5156 0.5% | 6352 0.6% | 6643 0.6% | 2053 0.2% | 1832 0.2% | 136081 12.8% |
| KRT-SE | 39138 3.7% | 8137 0.8% | 56192 5.3% | 6361 0.6% | 7503 0.7% | 6079 0.6% | 1762 0.2% | 2266 0.2% | 127438 12.0% |
| KRTN-W | 28499 2.7% | 5568 0.5% | 7077 0.7% | 88667 8.4% | 17492 1.6% | 12847 1.2% | 2552 0.2% | 3155 0.3% | 165857 15.6% |
| KRTN-E | 18587 1.8% | 4549 0.4% | 5634 0.5% | 18004 1.7% | 63823 6.0% | 4715 0.4% | 2100 0.2% | 1989 0.2% | 119401 11.3% |
| ODM-CE | 24557 2.3% | 7294 0.7% | 4929 0.5% | 11404 1.1% | 5174 0.5% | 65531 6.2% | 10853 1.0% | 10862 1.0% | 140604 13.3% |
| ODM-SW | 11304 1.1% | 2861 0.3% | 2014 0.2% | 2581 0.2% | 2080 0.2% | 13998 1.3% | 41709 3.9% | 9562 0.9% | 86109 8.1% |
| ODM-NO | 12396 1.2% | 2224 0.2% | 2187 0.2% | 3103 0.3% | 2927 0.3% | 13576 1.3% | 9323 0.9% | 43119 4.1% | 88855 8.4% |
| TOTAL | 243312 22.9% | 124521 11.7% | 113276 10.7% | 155163 14.6% | 119537 11.3% | 145935 13.8% | 78052 7.4% | 80742 7.6% | 1060538 100.0% |



THE FEASIBILITY STUDY ON THE
CONSTRUCTION OF THE NEW WHITE
NILE BRIDGE

Fig. 4.4

2015年の将来交通ODパターン

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY