

6. 2. 7 ウィナム湾およびニヤカチ湾の水質評価

(1) 目的

カノー平野で大規模な灌漑事業を実施した場合、ニヤカチ湾およびウィナム湾への地表水の流入量が減少する。さらに灌漑により汚濁した水がニヤカチ湾へ排水される可能性がある。したがって、ニヤカチ湾およびウィナム湾の水質汚濁の程度は事業規模と直接に関連している。このようなカノー平野灌漑計画の実施によって引き起こされる水質への影響を明らかにするために、ニヤカチ湾およびウィナム湾の水質の予備評価を行った。

(2) 予備評価

インテリムレポートや現在入手可能な他の報告書をもとに、ニヤカチ湾およびウィナム湾の水収支条件を想定した。また、現在の水質と汚濁負荷量は利用可能な報告書と資料により想定した。各比較案によってもたらされる追加汚濁負荷量は、ケニア国内には資料がないため、日本で利用できるデータを用いて推定した。さらに種々の条件を仮定し、以下のとおりニヤカチ湾とウィナム湾の水質を予備的に評価した。

- 1) 本計画を実施した場合、ウィナム湾よりもニヤカチ湾の水質に与える影響がより顕著である。したがって、ニヤカチ湾の水質により多くの注意を払うべきである。
- 2) ニヤカチ湾の水質は、ニヤンド川の水質と水量および計画地区からの排水により大きな影響を受ける。
- 3) 比較案3 (15,000ha)はニヤカチ湾の水質に与える影響が最も少ないため、環境の面からみて最適である。

6. 2. 8 最適規模の決定に関する結論

三つの比較案に対して全視点より評価した結果は次の通りである。

- 1) 内部収益率、割引率10%で計算したB-CおよびB/Cの点からみて比較案3が適正な規模である。
- 2) ニヤカチ湾の水質汚濁は比較案3による影響が最も少ない。また、いずれの比較案もウィナム湾の水質汚濁の大きな原因にはなり得ない。
- 3) したがって、経済性および水質に与える影響から判断すると比較案3が最適規模と認められる。
- 4) 比較案3によると、計画地区はケンドウ湾よりニヤンド川左側に展開する地域となる。

6. 3 農業開発計画

6. 3. 1 作物の選択

ケニア国の食糧政策、第六次国家開発計画さらに開発公社の5カ年開発計画を勘案して、作物の選定と作付体系の設定を以下の基本原則にもとづき行った。

- 1) 農民に対しても、国家経済に対しても最大の便益を創出する
- 2) 水資源を有効利用すること
- 3) 農業技術および栽培法が農民に受け入れやすいこと
- 4) 現在の社会情勢に一致すること

茶、コーヒー、小麦は気象・土壌条件、需要と供給、後述する収益性を考慮して作付体系から除外した。ロブスターコーヒーとソルガムも後述する通り収益性が低いので除外した。イモ類は非灌漑地域で栽培するものとする。選定した作物は以下のとおりである。

- 1) トウモロコシ、水稲など穀物
- 2) インゲン、ササゲ類、緑豆など豆類
- 3) トマト、タマネギ、キャベツ、ケールなどの野菜類
- 4) サトウキビ
- 5) ワタ
- 6) 柑橘、パッションフルーツなどの果樹類
- 7) ネピアグラスなどの飼料作物

6. 3. 2 作付体系および土地利用の変化

各作物の作付面積は、1) 需要と供給、2) 収益、3) 市場性、4) 加工処理工場の能力、5) 土壌条件、および6) 利用可能水量を考慮して決定した。作付面積を決定するための基本原則は以下のとおりである。

- 1) ケニア全体では穀物の自給は達成しているが、キスム県内では食糧自給を達成していない。したがって計画地区周辺に食糧を供給するためにトウモロコシの作付を3,500 haとし、さらに豆類も域内の自給を確保するため作付を3,500 haとする。
- 2) 水稲の作付面積は土壌条件と灌漑用水の許す限り最大にする。
- 3) サトウキビとワタの栽培面積は、加工工場の処理能力に基づいて5,000 haを上限とする。
- 4) 野菜と果樹の作付面積は、将来の域内の消費、市場性および加工施設の処理能力によって決定する。
- 5) 乳牛用飼料作物の作付面積は、計画地区内の将来の牛乳予測消費量によって決定する。
- 6) 役牛用飼料の作付面積は、稲藁や蔗頭（収穫したサトウキビの先端部分）も役牛の餌として役立て、その不足分の飼料の栽培に必要な面積に限る。

上記の原則に従い作付体系と作付暦を表6-1および図6-2に示すとおりに設定した。作付体系の概要は以下のとおりである。

大雨期作	小雨期作	作付面積
水稲	豆 類	2,690 ha
トウモロコシ	水 稲	1,740 ha
トウモロコシ	ワタまたは豆類	1,530 ha
サトウキビ	サトウキビ	5,130 ha
野 菜	野 菜	1,570 ha
果 樹	果 樹	1,000 ha
飼料作物	飼料作物	1,270 ha
合 計		14,930 ha

穀物は主として大雨期に、豆類およびワタは小雨期に、野菜類は湿害を回避するために比較的標高の高い土地に栽培する。大雨期の水稲は2月から3月に植え、冷害を避けるために6月から8月初めに収穫する。サトウキビと水稲はサブエリアのIII,IV,およびVの重粘な土壌に、落花生・野菜および果樹はサブエリアのIとIIの砂質土壌で栽培する。このような作付体系を導入することにより計画地区の土地利用は以下のとおり変化する。灌漑サブエリア毎の土地利用の変化は表6-2に示した。

土地利用区分	現況	計画	増減
水田	780 ha	4,430 ha	+3,650ha
畑地	5,920 ha	10,500 ha	+4,580ha
草地	7,400 ha	0	-7,400ha
灌木林	830 ha	0	-830ha
合計	14,930 ha	14,930 ha	0ha

6. 3. 3 栽培方法

現状の耕種法は低投資、低作付率および混合栽培、すなわち粗放栽培である。灌漑施設完成後には、当地域における農業生産のポテンシャルを顕在化するために適切な栽培方法の適用が必須となる。すなわち、高収量で耐病虫性の品種の導入および適切な耕作方法の実施が必要となる。計画作付体系では休耕期間は短縮される。計画の実施により多大の労働力が必要となる。キスム県の人口統計にもとづき2010年の労働可能人口を24,220人と推定した。各作付け体系の1日当たり労働力需要量を半月毎に算定し、これにその栽培面積を乗じて、半月毎の総労働力需要量を求めた。以下にその結果を示す。

(単位：人日)			(単位：人日)		
月	前半15日	後半15日	月	前半15日	後半15日
1月	18,650	20,430	7月	18,020	21,230
2月	22,180	21,360	8月	23,130	23,760
3月	19,690	17,940	9月	22,280	18,760
4月	16,280	16,280	10月	17,710	15,860
5月	14,600	14,040	11月	14,850	13,940
6月	13,370	14,730	12月	15,740	16,530
			労働可能人口	24,220	24,220

上表の通り、最大の労働力を必要とするのは8月で、8月前半で23,130人日、8月後半で23,760人日である。これはほとんど域内の労働力でまかなえるとみてよい。

重農作業たとえば耕耘、収穫物の運搬は畜力によるものとする。全面的な機械化は利点大きい、地域の農家の技術レベルおよび多額の資金を必要とすることから当面は実施しない。したがって、事業実施の初期には約9,940頭、完成後には約25,600頭の役牛が必要となる。一方、現在および2010年の計画地区内および周辺の水牛の飼育頭数は、1984年より1989年までの牛の頭数から、夫々22,620頭と26,930頭と推定される。従って、現在も将来(2010年)も農作業に使用する牛を十分にまかなえる。

畑作地では畦間灌漑を行うので混作は難しく、単一作物栽培となる。また病害虫防除は、環境汚染の防止と経費節約のため、薬剤による防除をできるだけ少なくし、抵抗性品種の導入と生態的防除方法による。

6. 3. 4 期待収量と作物生産量

計画地区内およびその周辺における現在の作物収量は、低投資、栽培管理の未熟さ、および各種の障害のために非常に低い。灌漑施設が完備し通年灌漑が可能になると、農民は灌漑農業を会得し、集約的な農業を営むことによって、収量は高くなり、しかも安定する。事業を実施した場合の期待収量と生産量を、ケニアにおける種々のデータ、同様な気象条件の国での資料、およびFAOの出版物などを参考にし、表6-3に示す通り想定した。

事業を実施しなかった場合の作物収量は現状のまま想定される。これに対し事業を実施した場合の作付率は2倍となり、収穫不能面積もほとんどなくなり、収量も顕著に増加する。

6. 4 農業経済

6. 4. 1 計画地区の人口

計画地区の人口は、1979年の人口センサスおよび1989年の人口センサスの暫定数値より、1979年に41,400人、1989年に55,200人と算定した。平均年間人口増加率は1979年より1989年までは2.91%であった。人口密度は1979年に249人/km²、1989年に332人/km²であった。これらは下表のように要約できる。

	1979*		1989		増加率
	人口	人口密度	人口	人口密度	
キスム県	537,000	230	674,000	288	2.30%
計画地区	41,400	249	55,200	332	2.91%

*：1979年の人口は1980～2000の予測値から推定した。

過去数十年間の人口増加率は、国全体のそれと同様減少傾向を示しており、人口増加率は1989～1990年に2.9%であったが1990～2010年の間では2.5%になるものと想定した。これらの人口増加率を基に将来の人口を予測すれば、下表のような数値が得られ2010年には計画地区の人口は93,100人、人口密度は630人/km²と推定される。

	1990	2000	2005	2010
キスム県	690,000	847,000	940,000	1,045,000
計画地区	56,800	72,700	82,300	93,100

6. 4. 2 市場予測

(1) 主要穀物の需要

キスム県の一人当り食糧生産量は、1987年より1989年の主要食糧作物（トウモロコシ、ソルガム、米、豆類およびイモ類）の生産量をもとに計算すると、下表に示すとおり平均109kgである。一方、国民一人当り食糧消費量の目標は、第6次国家5カ年開発計画によると下表に示すとおり177kgとなっている。

作物	キムス県		一人当り消費量 国家目標 (kg/人)
	1987-89年*1 平均生産量 (ton)	1987-89年 一人当り生産量*2 (kg/人)	
	トウモロコシ	31,120	
コムギ	0	0.0	19.4
ソルガム	10,300	15.3	7.7
コメ	7,240	10.7	3.0
豆類*3	3,920	5.8	13.2
イモ類*4	21,040	31.2	33.5
合計	73,620	109.2	176.8

*1: キスム県農業事務所年報, 1978, 1988 and 1989.

*2: 1989年の人口は1989年のセンサスの暫定値より674,000と推定した。

*3: 豆類はグリーングラムおよびカウピーを含む。

*4: イモ類にはサツマイモとキャッサバを含む。

上表によると、国家目標の食糧消費量に対して現在の生産量では一人当り年間 68kg不足していることになる。キスム県全体では、1989年現在で45,800トンが不足していることになる。キスム県において域内自給のみで、2010年にこの国家目標を達成するためには人口104.5万人に対して18万5000トンの食糧生産が必要となる。灌漑事業を実施すれば、計画地区内の穀物および豆類の生産が増大し、食料の自給に貢献することになる。

(2) サトウキビおよびワタの処理能力

現在、3つの精糖工場が稼働中であり、年間の処理能力はチェミリルが80万トン、ムホロニが50万トン、ミワニが70万トンで合計200万トンである。これらの工場は処理能力を拡大しつつあり近く年間250万トンに達する。現在のキスム県のサトウキビ生産量は195万トン前後であり、50万トン前後の余裕があるので年間50万トン前後の生産拡大ができる。

キボスとケンドゥベイに綿繰工場があり、両者の年間処理能力は4,800トンである。現在計画地区およびその周辺でのワタの生産量は1,750トン前後である。さらに実棉の買入が、ケニア綿花公社から個人仲買人あるいは直接工場に変わりつつある。これらを考慮すると計画地区内で2,000～3,000トンの実棉の生産が可能である。

(3) 野菜

計画地区に導入する野菜は、この地域の土壌および気象条件に適合するトマト、タマネギ、キャベツ、ケールおよびピーマンなどである。これらの野菜を年2回栽培し、年間を通じて市場に出荷する。

将来の野菜の需要量を、一人当りの消費量の伸びと人口の予測により推定した。一人当りの年間消費量が上記のように生産量と大きな違いがないと仮定した場合、2005年と2010年の一人当り消費量を1985年から1990年までの生産量の推移から統計的に31kgおよび36kgと推定した。

2005年および2010年の人口は、1979年および1989年の人口センサスの結果をもとにニャンザ州で466万人および499万人、キスム県では94万人および104万人と推定した。これらにもとづき、将来2005年および2010年の野菜の需要量は以下のとおりとなる。

	年	人口	一人当り消費量	需 要
キスム県	2005	940,000	31 kg/年	29,000 トン
	2010	1,045,000	36 kg/年	38,000 トン
ニャンザ州	2005	4,660,000	31 kg/年	144,000 トン
	2010	4,991,000	36 kg/年	180,000 トン

1985年から1990年までの野菜の生産量の推移から、2005年および2010年の野菜の生産量を推定し、需要と供給のバランスを以下のとおり検討した。

(単位:トン)				
	年	需 要	生産量	不足量
キスム県	2005	29,000	6,000	22,000
	2010	38,000	8,000	30,000
ニャンザ州	2005	144,000	91,000	53,000 *
	2010	180,000	104,000	76,000 *

*: この量はキスム県の不足量も含む。

ニャンザ州における上記の野菜不足量(76,000トン, 2010年)を補うために、本計画にて1,570haに野菜を作付し、63,000トンを生産する。

(4) 果 樹

現在、計画地区およびその周辺の生鮮果実の市場は小さく、需要を推定するだけの資料もない。しかし、開発公社はパッションフルーツ、柑橘類、バナナおよびパイナップルの小規模な加工施設の導入を民間ベースで推進しており、そのためのパイロットプラントを運営している。この点を踏まえ、果樹について小規模ながらパッションフルーツで代表させて計画に取り込んだ。

(5) 酪 農

2005年および2010年における計画地区の人口は、82,000人および93,000人と推定される。第6次国家5カ年開発計画における一人当りの牛乳消費量は年間91リットルである。この目標をもとに計画地区の2005年および2010年の牛乳需要量を推定すると、それぞれ7,460トンおよび8,460トンである。この量を生産するためには、2005年に1,650単位（1頭の泌乳牛、1頭の処女牛、1頭の初生牛）が、また2010年には1,870単位が必要である。これらの乳牛を飼育するために以下の飼料作物を生産する草地と優良系統牛が必要となる。

年	家畜単位	草地面積	優良系統牛必要数
2005	1,650	680 ha	260 頭/年
2010	1,870	770 ha	300 頭/年

6. 4. 3 各作物の単位面積あたり純生産額

各作物の生産物および営農資材の財務価格と経済価格を表6-4に示した。コメ、トウモロコシ、ワタおよびサトウキビの経済価格は輸入代替価格として算定した。その他の品目は財務価格に標準転換率0.82を乗じて推定した。各作物の収量、栽培方法および経済価格にもとづき算定した単位面積当りの純生産額を以下に示す。

作物	収量 (ton/ha)	粗生産額 (Ks/ha)	生産費 (Ks/ha)	純生産額 (Ks/ha)
トウモロコシ	1.9	8,850	3,570	5,280
ソルガム	1.1	4,770	2,510	2,260
水 稲	3.3	20,390	4,110	16,280
豆 類	0.7	7,120	2,570	4,500
イモ類	6.1	5,190	3,390	1,800
ワタ	0.3	5,190	3,100	1,870
サトウキビ	40	20,040	1,400	18,640
草 地				2,240

計画における単位面積当りの純生産額

作物	収量 (ton/ha)	粗生産額 (Ks/ha)	生産費 (Ks/ha)	純生産額 (Ks/ha)
トウモロコシ	5.0	23,300	6,040	17,260
水 稲*	6.0	37,080	6,100	31,650
ソルガム	4.0	17,600	5,090	6,670
グーリングラム、カウピー	1.5	17,270	5,250	12,020
落花生	1.5	17,600	8,550	9,050
棉 花	2.2	37,200	7,820	29,380
野 菜	20.0	55,800	15,350	40,450
サトウキビ*	100.0	50,920	3,910	47,010
乳牛用の草地	400.0	34,100	7,290	26,810
役牛用の草地	400.0	32,480	7,290	25,190
果 樹 (パッションフルーツ)	10.0	41,200	15,700	25,300
ロブスタコーヒー	7.0	18,040	13,080	4,240

*：水稲とサトウキビには、ワラを飼料とする場合のKs.670シリングとキビ先端を飼料とする場合のKs.820シリングを含む。

各作物の単位面積当りの純生産額を比較した結果、ソルガムとロブスタコーヒーは純生産額が低いいため計画から除外した。その他の作物は比較的高い純生産額を持つため計画で導入した。計画を実施した場合、多年生の作物を除いてこれらの作物を組み合わせる年間2回の作付を行うことになる。したがって単位面積当りの純生産額は以下に示すとおりとなる。

作付体系		純生産額		
大雨期	小雨期	大雨期 (Ks/ha)	小雨期 (Ks/ha)	合 計 (Ks/ha)
水 稲	豆 類	31,650	12,020	43,670
トウモロコシ	水 稲	17,260	31,650	48,910
野 菜	野 菜	40,450	40,450	80,900
トウモロコシ	棉花/豆	17,260	20,700	37,960
	サトウキビ	-	-	47,010
	乳牛用草地	-	-	26,810
	役牛用草地	-	-	25,190
	果 樹	-	-	25,300

6. 5 灌漑排水計画

6. 5. 1 計画地区の選定

先に6. 2節で述べたとおり、約15,000haが本灌漑事業の適正規模として選定された。この15,000haの最終的な選定は、縮尺1/5,000と1/50,000の地形図を用いて、発電所の放水庭の水位を標高1,205.0mとし、灌漑用水路内の水頭損失および土地分級を勘案して行なった。選定の結果、灌漑可能地区は約14,930haとなったが、ソンドウ川、アサオ川、アワチカノ川、ニヤイド川によってさらに小さなサブエリアに分けられる。サブエリアごとの面積を次表に示す。

サブエリア	面積 (ha)	境界
I	600	ケンドゥ湾からソンドゥ川まで
II-1	650	ソンドゥ川からソンドゥーミリウ発電所まで
II-2	3,230	ソンドゥーミリウ発電所からアサオ川まで
III	2,780	アサオ川からアワチカノ川まで
IV	4,170	アワチカノ川からニヤイド川まで
V	3,500	ニヤイド川からニヤンド川まで
合計	14,930	ケンドゥ湾からニヤンド川まで

6. 5. 2 灌漑用水量

灌漑用水量は、1) 作物消費水量の算定、2) 有効降雨の算定、3) 純灌漑用水量の計算、および4) 灌漑効率と粗灌漑用水量の算定、という手順で算出した。

作付体系毎のピーク単位用水量を下表の通り算定した。

(単位：リットル/秒/ha)

大雨期作	小雨期作	単位用水量
水稲	豆類	2.34
トウモロコシ	水稲	1.04
トウモロコシ	落花生	1.07
トウモロコシ	ワタまたは豆類	0.79
野菜	野菜	0.99
サトウキビ	サトウキビ	1.07
果樹	果樹	0.75
飼料作物	飼料作物	1.07

1966年3月上旬の作付体系による単位用水量(上表)とサブエリア毎の各作付体系の面積(付録VII、表VII-8)に基づき、サブエリアの用水量を計算した。サブエリア毎のピーク用水量を下表に示す。詳細は付録VII、表VII-9に示す。

サブエリア	灌漑面積 (ha)	最大粗用水量 (m ³ /秒)
I	600	0.9
II-1	650	0.5
II-2	3,230	3.0
III	2,780	4.2
IV	4,170	5.6
V	3,500	4.3
合計	14,930	18.5

6. 5. 3 水収支

1960年から1978までの降雨記録を用いて19年間の灌漑用水量を計算し、利用可能水量と比較した。マグワグダムが建設された後のソンドゥーミリウ発電所からの5年確率渇水年時の放流水から下流への責任放水量を差し引いた後の水量が用水源である。図6-3に示す通り、マグワグダムが建設された後の水で14,930haを安定して灌漑することが可能である。

6. 5. 4 灌漑用水路計画

2本の幹線用水路を、ソンドゥーミリウ発電所の放水庭に隣接した調整池を起点として、等高線沿いに配置した。

ニャカチ-カノー幹線水路は延長46kmで、調整池を起点にし山麓を東に伸びアサオ川に達する。アサオ川を横断後北に延びニヤンド川に注ぐ。本幹線水路はニャカチ平野とカノー平野の13,680haを灌漑する。幹線水路からは26本の二次水路が分岐し、二次水路から多数の副二次水路が分岐する。また7本の三次水路が幹線水路から直接分岐する。

サウスニャンザ幹線水路は延長6kmで、調整池より西に進みソンドゥ川の右岸に達し、ソンドゥ川をサイフォンで横断し国道C19号線に沿ってさらに西に進みアオチニャンデガに至る。幹線水路からは7本の二次水路あるいは三次水路が分岐する。

図6-4に灌漑用水路の路線図を示した。サブエリア毎の各主要灌漑用水路の計画用水量は下表の通りである。

幹線用水路区	サブエリア	灌漑面積 (ha)	計画用水量 (m ³ /sec)
1) サウスニャンザ	I	650	0.9
2) サウスニャンザ	I, II-1	1,250	1.5
3) ニャカチーカノー	V	3,500	4.3
4) 同上	V, IV	7,670	9.9
5) 同上	V, IV, III	10,450	14.1
6) 同上	V, IV, III, II-2	13,680	17.1

6. 5. 5 排水計画

(1) 排水路路線計画

計画地区を東西に横切っている小河川の洪水防御と河川改修は、計画灌漑用水路の維持管理の面からみて必要不可欠である。さらに、これら小河川の洪水防御は、付近に位置する農地が、毎年おこる急激な出水により冠水し著しい土壌侵食を受けていることからみても重要である。

地区内では31本の小河川が確認されたが、環境調査の結果に基づき、ビクトリア湖の急激な水質汚濁を避けるために、耕地からの排水および河川の洪水はニャカチ湿原へ排水するように計画した。69本の幹支線排水路を計画し、その内14本は発電所の西側に配置し、55本は発電所の北東側に配置した。合計排水面積は約859km²であるが、その内18本、流域面積110km²のみが湖に直接流入し、残りは湿地に流れ込む。図6-5に排水路の路線図を示した。

(2) 洪水流量と排水量

計画地区外から地区内に流れ込む小河川の洪水流量は50年確率洪水とし、ケニア水資源局が作成したキスム地方の確率時間降雨強度曲線と合理式を用いて計算した。また、地区内の畑地および草地からの排水流量は5年確率とし同様の方法で計算した。単位排水量は排水面積によって異なるが、1.6m³/秒/10haから9.4m³/秒/100haである。

水田からの排水量は、水田の貯溜機能を考慮して、5年確率の3日連続降雨を3日で排水するものとした。3日連続降雨はアヘロとニャクウェレの2つの雨量観測所の日降雨資料を用いて計算した結果、単位排水量は、4.24リットル/秒/haである。畑地と草地からの排水量と水田からの排水量を合わせたものが排水路の設計流量である。

(3) 排水施設

排水改良工事は、既存河川の改修工事と、新規排水路の掘削工事の2つからなる。既存河川の改修工事は、季節的に流水のある川を掘削するものと、常に水のある川の両岸に堤防を構築するものとに別れる。新規に掘削される排水路は内のり勾配1:1.5の台形断面とする。既存河川も合わせた幹支線排水路の総延長は266kmである。

排水路は原則として素掘り水路であるが、急な曲線部では石積み工により法面を保護し、急勾配区間では落差工を設ける。道路と交差する所ではコンクリート製のカルバートを設置する。

6. 5. 6 圃場灌漑計画

(1) 計画灌漑水量

計画灌漑水量は作物の根圏に貯蔵しうる水量により求まる。土壌中に貯蔵されうる有効水分量は圃場容水量 (pF1.5~1.7) と一時萎凋点から萎凋点 (pF3.9~4.2) までの土壌水分含量の差より与えられる。計画地区内の土壌の水分保持力について室内実験を行ったが、資料が十分ではないので、ここでは一般に用いられている数字を用いて計画した。

圃場容水量と一時萎凋点の差で求められた土壌水分量の全部が作物によって消費されるとは限らない。制限土層内の平均土壌水分が、圃場容水量から一時萎凋点まで低下した時点で有効土層内 (根圏) で消費された全水分量を総迅速有効水分量 (TRAM) と呼ぶ。TRAMは作物により異なる。作物の根圏における土壌水分吸収パターン (SMEP) は作物により異なる。計画地区内の各作物の土壌水分吸収パターンの資料はないので、ここでは前述と同じFAOの出版物の値を適用した。

(2) 間断日数

間断日数は理論的には総迅速有効水分量 (TRAM) を作物消費水量で除して求められる。消費水量は作物により異なり、一日当り2~6mmである。また、各作物のTRAMは上表に示すように圃場の土性によって異なる。そこで各作物の間断日数を砂質土壌と壤土および粘土質土壌に分けて計算し、その結果を表6-5に示した。この数値をもとにし、実際の水管理についても考察を加えて、間断日数を次表の通り計画した。

(3) 圃場灌漑用水量

一回の灌漑水量は作物の消費水量と間断日数との積で示される。また、圃場灌漑効率を約70%と仮定して圃場灌漑用水量を計算した。

作物	砂質		壤質・粘土質	
	間断日数	圃場灌漑用水量	間断日数	圃場灌漑用水量
-ワタ、メイズ、サトウキビ	7日	52mm	7日	50mm
-落花生、タマネギ、豆、 野菜、トマト、キャベツ	2日	14mm	4日	26mm

(4) 圃場での灌漑方法

灌漑水量は主として圃場への計画灌漑水量および間断日数と圃場の灌漑方法によって決まる。灌漑方法

は作物の種類、土壌の性質、地形および費用などを考慮して決める。水分浸入度試験の結果によれば、計画地区の土壌は、地表灌漑法には最適からやや適までの間にある。地形と費用の面よりみれば、畦間灌漑が適当とみられる。

本事業で導入を計画している作物は果樹を除いて畦間灌漑に適している。場所によっては傾斜が急なので、そこでは畦間を等高線と平行にするか、等高線に対し斜めにする必要がある。灌漑用水は3次水路から分岐するWater course から圃場へ供給される。適切な水管理を可能にするために、幹支線水路から直接灌漑することは避ける。

(5) 畦間流の大きさと畦間の長さ

畦間流の大きさは土性、浸入度および圃場の傾斜によって決まる。水量は末端まで達するに必要な量で、しかも土壌侵食、洪水や水路末端における無駄を引き起こさない程度でなければならない。計画地区内の畦間灌漑に関する資料は現在のところないので、参考文献を基に、畦間勾配2%の場合に許容最大畦間流を0.3lit/秒、1%の場合には0.6lit/秒とした。また、適正畦間長は以下の通りとした。

畦間勾配	砂質		壤質・粘土質	
	1%	2%	1%	2%
- ワタ、メイズ、サトウキビ	70	50	150	100
- 落花生、タマネギ、豆、 野菜、トマト、キャベツ	50	30	100	70

(6) 圃場用水量と灌漑時間

(3)で求めた圃場灌漑用水量を1haの圃場に灌漑するに必要な圃場用水量は、(5)で求めた畦間流と畦間の長さ、および畦間の間隔、一度に灌水する畦間の数、1日の灌漑時間等の関係から下表のとおり求められる(詳細は英文ANNEX VIIを参照)。

畦間勾配	砂質		壤質・粘土質	
	1%	2%	1%	2%
- ワタ、メイズ、サトウキビ	12	9	12	9
- 落花生、タマネギ、豆、 野菜、トマト、キャベツ	12	6	12	6

用水路計画の便宜のために、1ha当たり圃場灌漑用水量を同一にするために作物と土性によって、下表のとおり灌漑時間を変化させることにする。

畦間勾配	砂質		壤質・粘土質	
	1%	2%	1%	2%
- ワタ、メイズ、サトウキビ	12.0	16.1	11.6	15.4
- 落花生、タマネギ、豆、 野菜、トマト、キャベツ	3.3	6.5	6.0	12.0

6. 5. 7 3次水路組織計画

3次水路以下の圃場レベルでは、輪番灌漑を適用することとした。1輪番ブロックは原則として4～5haとする。輪番ブロックが6～7個集まって1灌漑ブロックをつくる。したがって、1灌漑ブロックの支配面積は約30haとなる。1つの3次ブロックには、1～3個の灌漑ブロックで構成される。図6-6に3次水路組織の模式図を示す。

(1) 3次水路の配置計画

畑作地および水田における3次水路の配置は、下記の基本方針にしたがって計画された。

- 1) 1つの3次ブロックは、必ず1本の3次水路か副3次水路で支配される。
- 2) 原則として1つのWater courseで1つの輪番ブロックを支配する。
- 3) 1本の3次水路か副3次水路からは原則として6～7本のWater courseが分岐する。
- 4) Field drainがWater courseに並行する。
- 5) 3次排水路を3次ブロックの下流側に設ける。
- 6) 圃場水路（Farm ditch）が必要に応じてWater courseから分岐する。

(2) 3次水路の諸元

3次水路の長さは1～1.5kmとし、長くても2kmまでとする。水管理の観点から、Water courseの長さも最大で1.5kmとする。3次水路およびWater courseには、農作業のために、幅4.0mの農道を付ける。3次水路およびWater courseの通水断面は、支配面積に応じて、30～70lit/秒である。内法面の勾配は1：1とする。3次水路の底幅は0.2～0.3m、深さは0.5m、Water courseの底幅は0.2～0.3m、深さは0.4mである。

3次排水路とField drainの排水面積は、各々約40haと5haである。3次排水路の底幅は0.5～1.2m、水深は0.7～1.4m、Field drainの底幅は0.2～1.2m、水深は0.2～1.3mである。

3次水路には、分水箱、落差工、パイプカルバート等の構造物が付属する。Water courseには、Farm culvert、Field access等が付属する。3次排水路には、落差工、Cross drain、Drainage culvertなどが付属する。

6. 5. 8 既存道路の改修

計画地区内の既存道路は盛り土が低いため、洪水による被害を受けやすい。既存道路を通年使用可能なものにするために、盛り土を高くする。また、ラテライトで舗装する。既存道路は、橋等が少ないために、機能を十分に果たしていない。川を横断するところでは橋やCause way等を新設する。

7. 施設計画

前項で述べた灌漑・排水計画をもとに、14,930ha全域が十分にその機能を発揮するように灌漑・排水施設を適切な位置に配置した。基幹となる施設は1) 調整池、2) 幹支線用水路および付帯施設、3) 幹支線排水路、4) 圃場整備、5) 農道等である。

7.1 調整池

ソンドゥーミリウ発電所の放水庭に放流される流量は一日の間で変動するので、十分な規模の貯留施設で調整される。最大貯留量は、発電所からの放流パターンと灌漑用水量をもとに計算すると3月の前半において約634,000m³となる。発電所付近の地形はこのような大容量の調整池を建設するのに適していない。したがって、幹線水路の上流部1.1kmを拡幅し必要な容量を確保することとした。

調整池はソンドゥーミリウ発電計画で設計されている送電線によって二つの部分に分れる。分割されている調整池は出口付近で開水路により接続される。調整池は、法勾配1:2.0、調整池底幅はそれぞれ130m、120m、有効水深2.5mの台形断面とする。

調整池内の水位は一日の間で2.5m上下するが、ニヤカチ-カノー幹線水路およびサウスニャンザ幹線水路の水位は、季節的にほとんど同じ水位を維持する必要がある。このため調整池と二つの幹線水路の間に水位調整ゲートを据え付ける。

7.2 幹線用水路

2本の幹線水路で14,930haを分担し、サブエリアⅡ-2、Ⅲ、Ⅳ、Ⅴの13,680haを受け持つニヤカチ-カノー幹線水路と、サブエリアⅠ、Ⅱ-1の1,250haを受け持つサウスニャンザ幹線水路を計画した。どちらの水路も土水路である。

ニヤカチ-カノー幹線水路の設計流量は17.1m³/secから4.3m³/secで、水路の縦断勾配は1:7,000～1:3,000、水路底幅10.0mから3.5m、内法勾配1:1.5、水深は2.3mから2.2mである。サウスニャンザ幹線水路の設計流量は1.4m³/sec～0.9m³/secで、縦断勾配は1:5,000～1:3,000、水路底幅2.0m、内法勾配1:1.5、水深は1.2mである。

7.3 幹線水路の付帯構造物

水路システムには、用水の送水、調節、保護機能のため9種類の付帯構造物を計画した。この関連施設は次のように分類される。

機能	付帯構造物
(1) 送水	河川横断逆サイフォン、暗渠・橋梁
(2) 調節	分水工、水位調節工
(3) 保護	余水吐、落差工、横断排水工と承水路
(4) その他	洗い場、管理用道路等

これら構造物の数を表7-1に示す。

7.4 二次用水路および付帯構造物

二つの幹線水路から直接分岐する二次水路は57路線、全長213kmである。すべての用水路は土水路とし、幹線水路と同様法勾配1:1.5の台形断面とする。二次用水路の片側には管理用道路を計画する。道路の幅

は5mでラテライト舗装を幅3m、厚さ10cmで計画する

支線水路の付帯構造物は、幹線水路の付帯構造物と機能的にも構造的にもほとんど類似したものである。分水路には、効率的な水管理や公正な分水のために、チボレット堰を備えた量水装置を付属させる。付帯構造物の数を表 7-1に示す。

7. 5 排水施設

排水路は幹線と支線を合わせて、69本である。季節的にしか流水のない川を改修するには、川床を掘削してその土を両岸に盛るものとする。常に水のある川の場合には、土取り場から土を運んできて両岸に堤防を構築する。新規に掘削される排水路は内り勾配1：1.5の台形断面とする。

排水路には、幹線排水路、2次排水路、3次排水路およびField drainがある。各排水路の概要は以下の通りである。

排水路	流量 (m ³ /秒)	底幅 (m)	水深 (m)
幹線・2次	12.5~22.5	3.0~20.0	1.5~2.8
3次	0.03~4.9	0.5~1.2	0.7~1.4
Field	0.03~0.8	0.2~1.2	0.2~1.3

排水路を保護するために、急な曲線部では石積み工により法面を保護し、急勾配区間では落差工を設ける。道路と交差する所ではコンクリート製のカルバートを設置する。付帯構造物の数を表 7-1に示す。

7. 6 既存道路の改修

既存道路の改修は、現地盤から20cmの盛り土と10cmの砂利舗装で行なうものとした。道路が川を横断する所には橋あるいはCausewayを設ける。

7. 7 建設計画

7. 7. 1 基本条件

本計画で建設される施設・構造物は、1) 調整池、2) 幹支線用水路および付帯施設、3) 幹支線排水路および付帯施設、4) 圃場整備、5) 農道等である。

本計画の規模が大きいこと、水源となる発電所とダムの建設が計画中であること、事業実施組織に大規模な灌漑事業の建設・運営の経験がないこと等を考えて、下の通り3つのフェーズに分けて実施することとした。

フェーズ	利用可能になる水源	対象となるサブエリア	面積 (ha)
I	ソンドゥーミリウ発電所のみ	II-2の一部	2,380
II	ソンドゥーミリウ発電所と マグワグワダム	I、II-1、II-2の残り III	4,880
III	同	IV、V	7,670

ソンドゥーミリウ発電所の運営は1997年7月に始まる予定である。したがって、フェーズIは、この発電所の運営開始に合わせて実施するべきである。ソンドゥ川の非調節流量で灌漑可能な面積は、水収支計算の結果、約2,380haと推定できるので、これをフェーズIとする。

フェーズIIとIIIは、マグワグワダム建設計画に合わせて実施すべきである。図 7-1に建設計画を示す。

7. 7. 2 施工計画

本開発計画でなされる建設工事は、用水路や排水路のための土工事、関連施設のためのコンクリート工事、石積工事およびその他の工事よりなる。

(1) 施工可能日数

降雨による工事中止日は、計画地区の土質状態と過去25年間のキスムにおける日降雨量資料をもとに月毎の施工可能日数を計算し、さらに休日、祝祭日を引くと、一月当たりの稼働日数は平均で約21日となる。

(2) 土量換算係数

土工事における運土計画を立てるに当り、土量換算係数を次の通りとした。

	掘削状態	盛土状態
砂	1.20	0.90
粘土	1.25	0.90
砂利	1.20	1.00
風化岩	1.30	1.20
岩	1.50	1.30

7. 7. 3 土工事の施工機械

幹支線用水路、用水路および幹線排水路の土工事には、施工期間および工事量を考慮すると、重機施工が適している。土質、地質条件および土工事の種類を考慮し、適切な建設機械を選定した。主要な機械は、以下のとおりである。

工種	土質材料	建設機械
1) 掘削	砂および砂利	ブルドーザー、バックホー
	風化岩	リッパードーザー
	岩	発破併用リッパードーザー
2) 積込み	掘削材料	クローラーローダー
3) 運搬	掘削材料	ダンプトラック
4) 撒出し	掘削材料	ブルドザー、モーターグレーダー
5) 転圧	不透水性材料	タイヤローラー
	粗粒材料	タンピングローラー、振動ローラー

7. 7. 4 土の転用計画

土の転用計画は以下に示す基本方針で検討した（詳細は英文ANNEXE VIIIを参照）。

- (1) 掘削した土はできるだけ掘削場所に近い盛土工事に使用する。
- (2) 掘削と盛土は、できるだけサブエリア内でバランスさせる。
- (3) 施工に当っては、土の不透水性あるいは安定性等土質・地質条件を考慮する。
- (4) 掘削土が盛り土に使えない場合、盛り土材料は土取り場から調達する。
- (5) 調整池で掘削された花崗岩は、道路の舗装や捨石工、石積み工等に利用する。

幹線・2次水路の掘削は、ブルドーザーとバックホーで行う。3次水路、Water course、およびField drainの掘削は人力でおこなう。調整池の岩掘削は発破とリッパ付ブルドーザーで行う。

水路の盛土は、維持管理用道路と同時に行う。撒き出しは、ブルドーザーで、締め固めは、ブルドーザーとローラーなどで行う。土取り場での掘削はバックホーで、運搬はダンプトラックで行う。土の施工性を良く保ち、締め固めを充分なものとするために、盛り土の水分状態には特に注意を払うこととする。

7. 7. 5 コンクリート工

水路および道路の付帯構造物は、鉄筋コンクリート製とする。コンクリートは、ポータブルミキサーによる現場練りとし、打設は人力と適切な振動機で行う。細粗骨材はソンドゥ川の中流部で得るものとする。

7. 8 プロジェクト費用算定

7. 8. 1 算定の方針

プロジェクト費用は、以下の方針で見積った。

- (1) 外貨の交換レートは、US\$ 1.0 = Ksh 28.0 = ¥140.0 とした。
- (2) 工事はすべて請負契約とする。建設機械は、工事業者の持ち込みとし、損料のみをみる。
- (3) 工事のために輸入する機械や、材料は無税とする。
- (4) 工事費は、外貨分と内貨分に分ける。内貨分は1991年3月のニャンザ州の実勢価格をもとに、また、外貨分は日本における本船渡し値をもとにモンバサまでの運賃保険込みの値段を推定した。
- (5) 工事予備費を10%とした。また、将来の物価上昇予備費を、外貨については年率2%、内貨については年率10%とした。

7. 8. 2 事業費

表7-2に年次別の事業費を、また表7-3にはフェーズ毎の事業費を示す。合計事業費は下表に示す通りである。

項目	(単位：百万ケニアシリング)			
	事業全体	フェーズ I	フェーズ II	フェーズ III
内貨分	1,446	249	478	719
外貨分	4,368	1,012	1,413	1,943
合計	5,814	1,261	1,891	2,662

総事業費は、58億9千5百万シリングで、約2億1千万米ドルに相当する。外貨分は、42億8千4百万シリングで、約1億5千3百万米ドルに相当する。

7. 8. 3 施設維持管理費

維持管理費は、維持管理スタッフの給料、労務費、施設の維持管理材料費、機械の運転経費と修理費、管理事務所経費、等である。年間の維持管理費を2千8百55万シリングと見積った。(内訳はANNEX VIIIを参照)

(単位：1千ケニアシリング)

項目	金額
給料、労務費	9,590
事務所経費	750
施設維持管理、機械運転・修理費	18,100
合計	28,550

7. 8. 4 施設更新費

施設更新費は、分水工や水位調節工のゲートおよび維持管理機械の内の自動車などの軽機械である。ゲートの耐用年数を25年とし、更新費を1千7百35万シリングと見積った。軽機械の耐用年数を10年とし、更新費を1千5百35万シリングと見積った。

8. プロジェクト組織および農業支援体制

8.1 ビクトリア湖開発公社（開発公社）

開発公社は1978年8月に国会で可決されたビクトリア湖開発公社法によって、ビクトリア湖流域の開発のための地方開発公社として設立された。開発公社は当該地域の開発計画の策定、調整および開発計画の実施に関して責任を負う。

開発公社の政策は関係各省および地方機関の代表によって構成する委員会(Board)によって決定される。委員会のもとに、開発公社の総裁が任命され、技術担当と財務および管理担当の二人の副総裁が総裁を補佐する。開発公社の現在の組織を図8-1に示す。

本計画の実施機関は開発公社とする。総裁が本計画の実施に責任を負うが、現存の組織と人員では計画の円滑な実施は無理と考えられるので、総裁の直属機関としてプロジェクト事務所を設立することとする。総裁は、責任者を任命し、計画の実施と運営を行う。

8.2 事業実施組織

プロジェクト事務所は、本部と5つの現場事務所からなる。本部はキスムにある開発公社の本部に置き、管理部、調査設計部、建設部の3部門を持つ。

調査設計部は、測量、詳細設計、入札書類作成を行なう。建設部は、工事の品質管理、工程管理、工事数量チェックを行なう。事務部門は、広報、用地買収、経理、予算管理、人事等を行なう。

プロジェクト事務所は、開発公社の本部の環境・公衆衛生部と協力して、湖の水質モニターや、公衆衛生教育の普及活動も行なうものとする。

現場事務所を五つのサブエリアにそれぞれ設置し、建設工事に伴う工事監理を行う。プロジェクト事務所の組織図は図8-2に、事務所の要員計画を表8-1に示す。

8.3 維持管理組織

8.3.1 管理事務所

建設工事終了後、プロジェクト事務所は管理事務所となり水管理、用排水施設の維持管理、農業技術の普及および農民の支援活動を行う。事務所は本部と五ヶ所の現場事務所からなる。本部は管理部、技術部および農業部門、モニタリング部門の4部門を持つ。管理部は人事、経理、購買を、灌漑部門は施設の維持管理と水管理を、農業部門は農業技術の普及および農民の支援活動を、モニタリング部門は事業のモニターを担当する。

現場事務所は本部からの指示に従い、日常業務を行う。図8-3にプロジェクト事務所の組織図を示した。

8.3.2 水管理

水管理は大きく二つに分けられる。一つは基幹施設の維持管理であり、他の一つは末端圃場レベルの水管理である。基幹施設の維持管理は管理事務所が行ない、末端圃場レベルでは農家に水利組合を結成させて水管理を行なう。施設の維持管理と水管理の目的は(1)安定した灌漑用水の公平な配分、(2)灌漑排水施設の維持、(3)灌漑システムを改良していくうえで必要となる用水供給のモニターである。

これらの目的を達成するためには、下記の理念にもとづいた施設の運営と維持管理が必要である。

- 1) 複雑なシステムを避け単純なシステムを作ること
- 2) 操作に高度な技術を必要としないこと
- 3) 修理が必要な場合は容易かつ迅速に修理できること
- 4) 維持管理にかかる経費が少なくすむこと

維持管理事務所が行う業務のうち主要なものは以下のとおりである。

- 1) 全体の維持管理計画の作成
- 2) 灌漑計画の作成
- 3) 基幹となる灌漑システムの修理
- 4) 水利組合間で生じる水争いの調停
- 5) 水利組合のスタッフの訓練
- 6) 現場資料の記録と収集
- 7) 気象水文資料の収集

8. 3. 3 維持管理用機材

基幹となる灌漑システムの維持修理には土工事、コンクリート工事、塗装工事などがある。これらの工事には建設機械を使用するが、小規模な工事は人夫で行う。維持管理に必要となる機材、車両、事務所用品を表8.2に示した。

8. 3. 4 事務所と宿舎

事業の建設段階では建設事務所として本部と五ヶ所の現場事務所を建設するが、これらの事務所は施設の建設終了後維持管理事務所となる。また、農民の支援のために五ヶ所の農業共同組合と27ヶ所の単位農協の施設を建設する。

8. 4 農民組織

8. 4. 1 水利組合

末端圃場レベルでは農家に水利組合を結成させて水管理を行う。水利組合は支線灌漑水路毎に組織し、チーフ、ゲート番、連絡係などで構成する作業班を互選する。

全体で55の水利組合を結成し、これらの水利組合を集めて全体で一つの連合体を作り、その中間にサブエリア毎に連合組織を作る。

8. 4. 2 農業普及および農民の支援

計画が運営段階に入ると、農民は相互に協力して営農活動を行うために農業共同組合を組織する。サブエリア毎に4～5組合を設立し、計画地区全体で組合連合会を組織する。組合の機能は以下のものがある。

- 1) 営農資材の調達と組合員への配布
- 2) 生産物の集荷と売却
- 3) 農業金融等の供給
- 4) その他貯蓄や日用品の販売等

連合会ではケニア穀物生産者農業協同組合連合会から営農資材を調達し、各単位組合に配布する。農民は単位組合から購入することになるが、その際に資金を借りることができる。また、生産物は単位組合で集荷し販売する。この過程で連合会は市場情報を収集し各組合に知らせる。

8. 5 農業普及と支援サービス

当地域では小農が大部分で、そのほとんどは天水農業を行ってきたので計画が実施の段階に移ると多くの点で営農方法が変化する。したがって現在の農民支援組織を強化して農業技術の向上を図り、また協同組合を組織して農業資材の購入および生産物の販売に便宜を図ること重要である。管理事務所は農業技術の普及サービスを強化し、さらに農民組織（協同組合）の設立と運営に関する指導・助言も行なうものとする。

8. 5. 1 農業普及

プロジェクト事務所は農民に灌漑営農技術や家畜の飼育に関して助言やガイダンスを行う。これらは品種の選択、栽培暦の作成、肥料の施用、収穫、収穫後処理、灌漑方法、展示圃場の運営を含み、本部で計画され、現場事務所のスタッフの監督のもとで実施する。

8. 5. 2 支援事業

プロジェクト事務所は営農資材の調達、資金の貸し出し、生産物の販売などに関して協同組合を介した支援事業を行うことにより農民を支援する。このような支援事業は本部の組合担当官が立案し、現場事務所のスタッフが行う。また、組合のスタッフや農民の訓練やガイダンスを行う。

8. 5. 3 フェーズ I における支援事業

カノー平野灌漑計画は15,000 haを対象とした大規模な計画で、ケニアで多数の小規模農家の所有している農地を大規模に灌漑する初めての計画である。計画の目的を達成するためには灌漑排水施設の適切な運営、灌漑栽培技術および農民の支援が不可欠である。

プロジェクト事務所は施設の維持管理、農業普及、農民組織の支援を行うが、実施機関の開発公社や農民はこのような事業の経験をもたない。したがって、プロジェクト事務所や農民には大規模灌漑施設を運営していく知識やノウハウを得るための技術的な協力が必要となる。

技術的な協力はプロジェクトのスタッフと農民に対して(1)水管理、(2)農業普及の強化、(3)農業協同組合の設立、(4)事業のモニタリングを行う。

このような支援事業は詳細設計を実施する段階で詳細に計画し、フェーズ I の工事とともに開始する。

9. 事業評価

9. 1 概要

計画の妥当性を確認するため経済評価、財務評価、および社会・経済の波及効果の3点から事業評価を行った。経済評価は内部収益率、割引率10%における便益と費用の差(B-C)および便益費用率(B/C)により評価した。便益、費用及び建設期間の変動に対して経済的実現可能性を評価するために感度分析を行った。

財務評価は、平均的な農家の経済分析と投下資金の償還能力について計画の資金繰り表を作成して行った。あわせて、事業実施による社会・経済的波及効果についても検討を加えた。

9. 2 経済評価

9. 2. 1 基本条件

経済評価は以下の基本条件に基づいて実施した。

- (1) 事業の経済的有効期間を50年とした。
- (2) 詳細設計から工事完了までを12年とした。
- (3) 1991年時点の価格を使用した。
- (4) 外貨換算率は1ドル=287.75シリング=¥140とした。

9. 2. 2 経済指標の検討

(1) 標準変換率

国際市場の価格にもとづき事業費および便益を評価するため、1987～1988年の輸出入統計から標準変換係数を0.82と推定して使用した。

(2) 農業生産物と営農資材の経済価格

貿易財である農業生産物の経済価格は、世界銀行の2005年における予想価格にもとづき、デフレーターを用いて1991年価格に調整した。非貿易財は標準変換係数0.82を用いて算定した。

(3) 農業労働者の機会費用

農業労働者の賃金は現行一日あたり25シリングであるが、地域の雇用条件を考慮して潜在賃金率を0.6とし一日あたり15シリングとした。

9. 2. 3 経済便益

灌漑便益は「事業を実施した場合」と「事業を実施しなかった場合」の純作物生産額の差である。純作物生産額は粗生産額と生産費の差である。灌漑便益は事業の実施により年々増加し、純作物生産額は事業を実施した場合に6億8千7百万シリング、事業を実施しなかった場合に4千5百万シリング、したがって便益は年間6億4千2百万シリングとなる。

現在の農業生産レベルと今後の改善を考慮すると、5年間の立ち上げ期間で便益は、初年次が65%、2年次が80%、3年次が90%、4年次で95%に達する見込みである。

9. 2. 4 経済費用

経済費用は、財務価格で見積った事業費のうち用地買収費と物価上昇予備費を除いた分について標準変換率を適用して34億1千2百万シリングと算定した。その概要は以下のとおりである。

(単位：百万ケニアシリング)

Cost components	財務費用	経済費用
(1) 建設費	3,313	2,716
(2) 維持管理用機械	45	37
(3) 一般管理費	39	32
(4) エンジニアリング費用	567	465
(5) 土地収容費	8	0
(6) 工事予備費	341	284
(7) 物価上昇予備費	1,501	0
合計	5,814	3,534

年間維持管理費用は事務所の要員の給与と維持費および施設の維持管理を含め年間約2千4百50万シリングとし、施設と機械は定期的に更新するものとして費用を見積った。

9. 2. 5 事業評価

(1) 内部収益率

上述の経済便益、事業費および実施スケジュールをもとに内部収益率を算定すると、内部収益率 (IRR) は13.2%となる (表9-1参照)。

(2) B-CおよびB/C

割引率10%における純便益と純費用はそれぞれ23億9千5百万シリングと17億5千7百万シリングである。便益と費用の差 (B-C) および比率 (B/C) はそれぞれ、6億3千8百万シリングと1.36である (表9-1参照)。

9. 2. 6 感度分析

将来、経済条件の変化にたいして計画事業がどのように感応するかを見るために感度分析を以下のケースについて行った。

ケース1：材料費の値上げなどにより建設費が20%増加した場合

ケース2：農産物価格や作物終了が低下することにより事業便益が20%低下した場合

ケース3：建設費が10%増加しかつ目標達成期間が2年間遅れた場合

これらのケースではIRRはケース1で11.2%、ケース2で10.8%、ケース3で10.2%となった。

9. 2. 7 経済評価の結果

以上の結果から判断して、この計画は内部収益率13.2%、割引率10%の時のB-Cが6億3千8百万シリング、およびB/Cが1.36で、経済的に妥当な事業であると結論できる。また、感度分析の結果からある程度経済条件が変化した場合でも、この事業が経済的妥当性を保持することを示している。

9. 3 財務分析

9. 3. 1 農家経済財務分析および支払能力

農家経済の側面からプロジェクトを評価するために、事業を実施した場合について農家タイプごとの農家経済の純余剰を推定した。支払能力は、事業受益農家の事業費用償還および施設の維持・管理に要する費用の負担能力と見ることができる。農家経済の純余剰は、農家粗収入から生産費や生計費を差し引いて以下のとおり算定した。

サブエリア	農家粗収入	出費	純余剰 (ケニアシリング*)
I	195,000	93,900	101,100
II-1	225,800	104,400	121,400
II-2	238,000	108,400	129,600
III	151,500	71,000	80,500
IV	136,500	68,000	68,500
V	134,000	63,500	70,500

事業を実施しなかった場合での純収益はわずか2,500シリングと予想される。事業を実施した場合での収益は、事業を実施しなかった場合に比較して27~52倍の収益を期待することが出来る。

事業を実施することによって増大する農家の純余剰は農家の生活水準を向上させ、農家に農業再投資の意欲を喚起する。また、農家一戸あたり年間約8千シリングと推定される事業の維持管理経費の負担も十分に可能である。

9. 3. 2 事業費の償還

事業の実施のために必要な資金は以下の条件で調達すると仮定した。

- (1) 必要資金のうち85%は国際金融機関などより借り入れるものとし、利子2.5%、10年の据置期間を含む30年の償還期間で調達する。
- (2) 残りの15%の資金については政府の予算から調達し、償還の必要がない。
- (3) 政府からの補助金は資金繰りをバランスさせ融資した資金を償還するために必要な金額を収入として計上した。

この条件で償還した場合の事業の資金繰りを表9-2に示した。この条件における支出と収入は十分に均衡を保っている。

9. 3. 3 財務評価の結果

この計画は農家経済の水準を大幅に向上させ、農民による農業再投資を促す。したがって農民の側から見て十分に妥当なものである。

表9.2に示す通り、50年間の政府の全支出額は、84億4千4百万シリングである。内訳は、政府予算9億シリング、政府補助金63億8千9百万シリング、水代約11億5千5百万シリングである。この全支出額は、計画地区全体の農家の純余剰の全体額254億2千3百万シリングの一部額で十分に賄える。政府の支出は、計画地域の純余剰の30%に相当する。したがって本計画は財務的に見ても十分評価できる。

9. 4 社会・経済的波及効果

経済評価の直接便益に加えて、事業実施による二次的な便益、もしくは好ましい社会・経済的波及効果が期待できる。主な社会・経済的波及効果は以下のとおりである。

(1) 地域住民の雇用機会の増大

事業の実施により地域住民の雇用機会が増大し、国家経済に対しても良い結果をもたらすことになる。さらに労働者および農民は一層の経験を積み、技術的な知識や技能をそれぞれの分野で蓄積していく。このような経験や技術の集積は計画地区周辺の将来の開発に活用されていく。

灌漑により土地生産性が改善され、計画地区の農業生産が増大する。農業生産の増大は周辺地域の加工産業や流通産業の振興につながり、ひいては地域経済を活性化する。その結果さらに雇用機会が増大する。

(2) 外貨の節約

事業の完成により水稲およびサトウキビの生産量が飛躍的に拡大する。現在、これらの作物は毎年かなりの量を輸入している傾向にあり、生産増加量は輸入の減少につながり外貨の節約に寄与する。

(3) 展示効果

計画の実施を通じて灌漑農業に関する技術の蓄積が行われ、周辺地域で実施されようとしている小規模灌漑事業に技術が普及することになる。

(4) 土地資源の価値の向上

土地の経済的価値は、事業実施によって高まる。これは担保として土地の価値が高まることであり、地域経済活動の活性化につながる。事業完成後しばらくの間は、計画地区内の土地所有権の移動は規制されなければならない。

(5) 地方交通網の整備

現状の道路網は雨期に洪水や湛水の影響で交通が遮断される。計画ではこの道路網に橋や暗渠を設置して改修し、さらに維持管理用の道路を建設する。これらの道路網は農業生産を強化するだけでなく住民の生活の不便さを解消し、計画地域全体の経済活動の発展に寄与する。

(6) 洪水被害の軽減

ニヤカチ平野の中小河川の流域および湿地帯を取り巻く地域は毎年洪水と湛水にみまわれている。計画では、中小河川の排水改良を行うことにより、公共施設や民家の被害が低減でき、さらに住民の行き来や衛生状態など住民の生活条件も改善される。

(7) 農村生活雑用水の供給状況の改善

灌漑水路網の建設により、年間を通して水を供給し水路に洗い場を作るので、農民は用水路から灌漑用水を生活雑用水として容易に利用できる。

(8) 健康状態および衛生状態の改善

農業生産の増大により地域住民に食糧、野菜や牛乳、肉を安定して供給でき、地域住民の栄養状態は改善される。また、洪水や湛水の影響を軽減することにより衛生状態が改善される。さらに、道路網の改良により公共保健医療サービスへのアクセスが容易となる。これらを総合的に考慮し、各種の疾病対策を実施した場合、事業実施後は十分な効果をあげることができる。

10. 環境評価

10.1 水質におよぼす影響

10.1.1 調査の目的と方法

水質に関する調査の目的は、本事業の実施が計画地区周辺の水域の水質におよぼす影響を検討し、一般に、灌漑農業では、土地の高度利用、集約的な肥料および農薬の施用により汚濁負荷量の増加をもたらす。さらにソンドゥ川およびニヤンド川の流況は、灌漑事業の実施によって大きく変化し、それがニヤカチ湾やウィナム湾の水質に大きな影響を与える可能性がある。

以上のような目的達成のために、次に示すような調査を実施した。

- 1) 関連資料の収集
- 2) 関連河川および湾内の採水分析
- 3) 汚濁負荷量の現況と将来予測
- 4) 湾における水質の影響評価
- 5) 影響軽減のための保全対策の提案

10.1.2 現況の水質

影響評価を実施するにあたり、現況をより明確に把握するために現地で水質サンプルを採取し分析した。関連河川および湾の水質の現況は資料および水質分析の結果により次のように要約される。

ソンドゥ川は、流域面積3,459km²で、水色がやや茶褐色を呈している以外はすべての項目ではほぼ良好な結果を示した。水温は約20度で、懸濁物質(SS)はやや高い値を示している。溶存酸素量(DO)はほぼ標準的な値であり、化学的酸素要求量(COD)はやや低い値であった。

ニヤンド川は、流域面積3,459km²、河口部の広大な湿地を経てニヤカチ湾へと流入している。ニヤンド川の水質はソンドゥ川と比べて憂慮されるような状況にある。SSはソンドゥ川のほぼ10倍と非常に高い値を示した。さらに主に川の中流域にあるいくつかの農産物加工工場からの有機汚濁物質によると思われる強度の水質汚濁が下流部でみられた。

ウィナム湾は、西部でビクトリア湖とつながっているが、その湾口が狭いためやや閉鎖された状態にあり、湖水面積約1,400km²でその9倍に相当する約12,000km²の流域面積がその周辺に広がっている。ニヤカチ湾はウィナム湾の最東端に位置する小さな湾である。ソンドゥ川、ニヤンド川およびアワチ川の3河川は湾内への流入量の主体を占め、年間平均総流入量は約27億3,100万m³となっている。

ウィナム湾における最新で包括的な調査データとして1984年～1985年に実施された「ウィナム湾の基礎調査(Winam Gulf Baseline Study)」があるが、それによると、透明度は湾中央部で約1.6～2.4m、東岸部で約0.8m、ニヤカチ湾では約0.3～0.4mと全体的に低い値であった。この透明度の低さは、ニヤカチ湾では、ニヤンド川からのSSの流入と湾内でのアオコの発生が主因となっているものと思われる。DOは東岸部で高く表層で飽和に近い値を示した。全窒素(T-N)は0.50～0.63mg/lit、全リン(T-P)はやや高く0.02～0.04mg/litであった。また、クロロフィル量(クロロフィルa量)は湾内平均で0.02mg/litであった。

以上の結果、ウィナム湾およびニヤカチ湾の水質は透明度、T-P、クロロフィル量の熱帯における値から判断して、やや富栄養化傾向にあるものと判断される。また湾域にはアオコの発生原因となる藻類が優先種となっている。しかし、ウィナム湾はニヤカチ湾に比べて汚濁が少ない。

10. 1. 3 水質の評価

(1) 基本データの設定

1) 水収支

湾内の水が入れ替わるサイクルは表10.1に示すとおり現況が年間0.33回で、事業を実施した場合0.28回に変化する。すなわち、湾内の水がすべて入れ替わるのに6.5ヶ月多くかかる。

2) 水質

計画の実施が水質におよぼす環境評価の判定基準としてCOD、T-N、T-Pを用いた。一方、T-N、T-Pについては前述の「ウイナム湾の基礎調査」のデータを参照した。

3) 汚濁負荷量

ニャカチ湾およびウイナム湾の汚濁負荷量、COD、T-NおよびT-Pは水質と流入量より表10.2に示すとおり計算した。ニャカチ湾に流入する汚濁負荷量は年間CODで平均2,146トン、T-Nでは約608トン、T-Pで約51トンである。ニャカチ湾からウイナム湾へ流出する負荷量はニャカチ湾での浄化率を30～60%と仮定して年間CODで1,328トン、T-Nで約317トン、T-Pで約20トンと算出される。

4) 灌漑地域からの汚濁負荷量

将来の予測汚濁負荷量は事業をを実施した場合と、しない場合の土地利用の変化と単位汚濁負荷量との積として算定した。各代替案の環境への影響を確認するため、それぞれの場合の事業実施に伴う増加汚濁負荷量を算出した。以下にその概略を示す。

		(トン/年)
増加汚濁負荷量		事業を実施した場合
a)	COD	1,085
b)	T-N	62.0
c)	T-P	32.0

5) 汚濁負荷単位および施肥量

施肥に伴う汚濁負荷量および水質への影響は農業開発計画を参考にして評価した。窒素およびリンの汚濁負荷の増加量は、窒素で全施肥量の約4%、リンで約3%とした。一般的に肥料の流亡率は施肥量の10%未満といわれている。したがって想定した汚濁負荷の増加量は肥料の使用に起因するものも含んでいると考えられる。

(2) 水質の変化

1) ウイナム湾およびニャカチ湾の水質の変化

ウイナム湾およびニャカチ湾の水質の変化は完全混合式を用いて表10.3に示すとおり算出した。ニャカチ湾における水質の変化の程度は、事業を実施した場合においても全ての項目でやや高い値を示している。ニャカチ湾における水質は以下のように要約される。

			(単位: mg/lit)
指標	現状	事業を実施した場合	
a) COD	2.6	5.0	
b) T-N	0.62	3.25	
c) T-P	0.04	0.09	

またニャカチ湾においては年間を通じての排水の流入により、その水の回転率は約15日間に短縮される。このことはニャカチ湾の水質はニャンド川からの流入および灌漑地域からの排水に規定されることを意味している。

事業の実施によるウィナム湾の水質変化は、ニャカチ湾に比べて非常に軽微である。下表は事業実施後のウィナム湾の水質変化を示す。

指 標	現 状	(単位 : mg/lit)
		事業を実施した場合
a) COD	1.8	2.4
b) T-N	0.47	0.54
c) T-P	0.02	0.03

2) 湿地の水質浄化機能

計画地区周辺には、流入する汚濁負荷量に対して高い浄化機能を持つといわれる湿地が位置している。ケニアにおけるこれらの浄化機能の資料を入手できなかったため、現状ではこの湿地の持つ浄化機能を正確に評価するのはかなり困難である。しかし、この湿地が持つであろう浄化機能はニャカチ湾の水質悪化緩和対策として必要不可欠であろうと考えられる。したがって、ニャカチ湾に近接して存在するこの湿地に対しては特別な配慮を払うべきであると思われる。

3) 富栄養化の可能性

ニャカチ湾およびウィナム湾における富栄養化についてヴォーレンワイダー(Vollenweider)の計算式を用いて予備的な影響評価を行った。その結果を表10.4および図10.1に示した。

各ケースにおける富栄養化の明確な結果は得られなかったが、ニャカチ湾においては本灌漑計画に起因するリンの負荷量の増加などから判断して、次第に富栄養化が進む可能性があるものと思われる。しかし、現況でもかなり富栄養化状態にあることや近接する湿地の浄化機能などを考慮すると、実質的にはそれほど深刻な状態にはならないものと推察される。またウィナム湾に関しては将来的に富栄養化への大きな変化はないものと思われる。

10. 1. 4 まとめ

- (1) カノー平野灌漑開発計画はウィナム湾よりもニャカチ湾の水質により大きな影響を与えるものと考えられる。
- (2) 灌漑面積が小さければ小さいほどニャカチ湾の水質への影響を避けることができる。
- (3) 計画の実施に伴い、ニャカチ湾の富栄養化が促進される可能性がある。しかし、ウィナム湾における富栄養化はそれほど促進されないものと思われる。
- (4) このアセスメント(調査)は、灌漑計画が下流部の水質を悪化させることを示している。したがって水質の観点からみれば、適切なる管理および降雨の有効的な利用により灌漑水を極力節約することが望まれる。
- (5) ニャカチ湾と計画地区との間に広がる湿地帯は重要な水質浄化機能を持っている。したがって全ての主要排水路はその浄化機能を活用するため直接湿地へ排水するように計画するべきであるとともに、その機能を利用するための湿地の保全は最も優先すべきであろう。
- (6) ニャンド川から多量の栄養塩類が流入するため、ニャカチ湾の水質は比較的深刻な問題になる可

能性がある。また、ウィナム湾はビクトリア湖への連絡口が狭く半隔離状態にあるため、一旦湾の水が汚濁されればもとに戻すのが非常に困難となる可能性を持っている。したがって本計画による周辺水域の環境管理およびモニタリング計画は不可欠である。

10.2 生態系および寄生虫病

10.2.1 Initial Environmental Examination (IEE)

本計画の環境および生態系におよぼす影響について以下のとおり検討した。

- 1) 計画地区の現況
- 2) 環境影響評価の実施
- 3) 影響を軽減するための方策の検討
- 4) 環境面からの事業実施可能性

10.2.2 現況

調査対象地域は比較的豊富な降雨に恵まれ、放牧、火入れ、耕作により人為的に変化している。木本は小さい群落として存在しており、アカシアやシクンシ科が優先種である。全体的に植生は貧弱である。

カノー平野の中央部は低平地になっており湿地帯が広がっている。ニヤンド川の河口部からニヤカチ湾にかけては7,000haもの湿地帯がある。この湿地帯ではパピルスを中心とした湿地植生となっている。

調査対象地域では水鳥が多く現地調査の期間で79種を確認した。

調査地域は人口密度も高く、古くから耕作が行われているため、野生動物の生息には適していない。小動物の生息に関する情報は無いが数種の水棲動物の存在が確認されている。

今回の調査で実施したウィナム湾や河川の漁業に関する聴き取り調査は、外来種のナイルパーチの漁獲量は増加しているが、テラピア等在来種の漁獲量はナイルパーチの増殖や漁業による圧迫を受け減少していることを示した。調査地域における魚類の生態系と種の構成は、現在も変化し続けている。

浮草ではナイルキャベツが湖面を風で移動するのが頻繁に見られる。また富栄養化に伴う緑藻が広く見られる。

国際保健機構によればカノー平野はマラリアの汚染地域で住民の感染率はかなり高い。また水たまりや休閑地等に棲息する貝を媒介して発病する住血吸虫の汚染地域でもある。

10.2.3 Initial Environmental Examination (IEE)

社会環境や自然環境に関する幅広い項目の全てがこの計画により影響を受けるわけではない。従って詳細な環境影響評価を実施するにあたり事前にInitial Environmental Examination (IEE)により重点分野の項目を設定した。影響の内容および程度を事業の段階と影響を与える範囲に分けて検討した。

- 内容
- ＋：プラスの影響が予測される項目
 - －：マイナスの影響が予測される項目
 - ＝：本計画との関連がない項目
 - ×：多少の影響が予想されるが、影響は軽微であり、プラスにもマイナスにも働かない項目

- 程度
- A：影響が大きい項目
 - B：影響が中程度の項目
 - C：影響が小さい項目
 - D：不明（影響があるかも知れないが現段階では判断がつかない項目）

また、計画の実施に伴う影響をより詳細に評価するため、以下のとおりに影響地域を区分した。

地域1： 灌漑地区、計画により灌漑される地区

地域2： ニャンド川および湿地、ニャンド川下流部および河口に広がる湿地帯を含む地域

地域3： 湖ウィナム湾およびニャカチ湾を含む湖水域

10. 2. 4 IEEの結果

現状と収集した資料から以下に示す7項目を環境項目として選定した。

- 農薬
- 土壌侵食
- 堆砂
- 住民の移転
- 内水面漁業
- 湿地帯の生態系
- 寄生虫病

これらの環境項目について行ったIEEの結果を表10.5に示す。以下にIEEの要約を示す。

農薬の使用

農薬の使用については湖や湿地の生態系に与える影響が懸念されるが、主に使用する作物は野菜、果樹、棉花に限定するほか分解性の高い薬剤を使用することから、湿地や湖に与える影響はほとんどないと考えられる。

土壌侵食と堆砂

調整池や幹線水路等の大きな構造物の建設工事に伴い土壌侵食が起こる可能性がある。このような工事でも適切な工法と必要な注意を払うことにより、土壌侵食を問題としない程度に食い止めることが可能である。

畑地灌漑は土壌侵食を引き起こしやすいが、適切な耕作方法や水管理を取るかぎりほとんど問題とはならない。水路の流量が適切であれば堆砂を防ぐことができ、下流の湖に近い部分に水田を配置してあるので湖への堆砂の排出はほとんど無い。したがって事業の運営段階では土壌侵食と堆砂による影響はほとんど問題とならないであろう。

住民の移転

水路や調整池の建設に伴う住民の移転や工事中の作業員の移入に関する問題が発生することも予想される。しかし、水路はできるかぎり住民居住地を避けるように計画されており、また、調整池の建設地もソンドゥーミリウ発電所の工事に伴い状況が変化するものと考えられる。従って住民の移転はほとんど問題とはならないと考えられる。

内水面漁業と湿地の生態

内水面漁業と湿地の生態系は事業の実施によってある程度影響を受けることは免れない。これらの影響は水質の悪化と堆砂に起因するものであるが、建設工事の段階では堆砂に関しては上記で述べたように深刻な問題とはならないであろう。

事業の運営段階に入ると肥料と農薬の使用は水質の悪化と富栄養化を引き起こし、結果的に魚と漁業に影響をおよぼす。

湿地の生態系は様々な要因によって直接・間接に影響をうける。湿地は流れ込んだ汚濁物質の浄化作用

を持ちまた魚の産卵・避難場所等湖とその周辺の生態系の保全に大きな役割を果たしている。一般的に生態系は周囲の環境の変化に強い面と敏感な面を持ち合わせているが、河口に広がっている湿地はその位置から栄養塩類の流入や堆砂を許容できるものと考えられる。

生物媒介疾患

現状ではキスム県はマラリアと住血吸虫の感染率が高い。

工事段階でマラリアと住血吸虫の非感染地帯から大勢の労働者を投入した場合に、これらの労働者が感染することが予想される。このような問題が発生することを防ぐため、地元の労働者を工事に投入することになるであろう。事業の運営段階ではマラリアと住血吸虫を媒介する宿主となる蚊と貝が徐々に増加し、適切な対策を講じなければ生物媒介疾患が増加する可能性がある。

10. 2. 5 結論と勧告

1) 結論

IEEによりいくつかの項目が環境に影響を与えることが予想されるが、これらの項目のうちマラリアと住血吸虫の生物媒介疾患が重要な項目となると考えられる。したがって適切な対策を講ずる必要がある。また、漁業と湿地の生態系への影響もかなり予想される。その影響の度合いは比較的低いが、適切な対策を講ずることが望ましい。

2) 勧告

漁業と湿地の生態系

水質の汚濁を防ぐために肥料と農薬の使用を必要最小限にし、ウィナム湾、ニヤカチ湾および湿地の生態系に注意する必要がある。さらに水質を保全するためにプランクトンのモニタリングすべきである。湿地に関しては栄養塩類や堆砂の除去に重要な機能を果たしているので、農業生産のための開墾を行わないで自然条件のままバランスのとれた生態系を保全すべきである。

生物媒介疾患

計画地区およびその周辺はケニアの中でもマラリアと住血吸虫の流行地帯であり、次の様な対策を講じる必要がある。

- 1) 水路をコンクリートでライニングし、侵食と雑草の繁殖を防ぐ。
- 2) 水路内の雑草を刈って蚊や巻き貝などの媒介生物住みにくくする。
- 3) 住民に薬剤による予防や治療を行う。
- 4) 寄生虫学者や微生物研究者および医師を送って、病気の突発的な発生に備える。
- 5) 住居周辺の水たまりなどを無くする。
- 6) 殺虫剤・殺貝剤あるいは油を生息地に散布する。
- 7) 公衆衛生知識を教育・普及させる。
- 8) 住民の住居に殺虫剤を定期的に散布する。
- 9) 宿主となる生物を食用とする魚類を導入して生物的な防除を行う。
- 10) 蚊帳を普及させる。
- 11) 水にはいる時はプロテクターを着ける。

11. 結論と提言

(1) 開発の必要性

カノー・ニヤカチ平野における灌漑開発が必要であることは、以下の点から強調される。

- 1) 一人あたりの収入の地域格差を是正するため集約的な農業開発を行うことが必要であること。
- 2) 生産性の低い現状の農業から生産性の高めることにより高度に土地を利用することが必要であること。
- 3) 地域の食糧確保のために戦略的な作物の生産を拡大することが必要であること。
- 4) 第6次国家開発計画においても豊富な土地と水資源と恵まれた気候条件から最も高い灌漑開発のポテンシャルを有す地域のひとつとされていること。

(2) 開発の規模

開発規模の比較検討の結果、事業の経済性と環境保全の観点からケンドゥ湾からニヤンド川の左岸までを開発することが最も妥当である。ニヤンド川の右岸地域の灌漑開発については、近い将来ニヤンド川の洪水防御事業により洪水に対する安全性が確保された時点で、検討するものとする。

(3) 開発に伴う波及効果

本事業でケンドゥ湾からニヤンド川の左岸までの約15,000haを開発した場合、その経済性は十分であり、農家経済を飛躍的に改善することができる。また、

カノー平野灌漑開発計画の実施により地域経済あるいは国家経済に以下のような波及効果をもたらす。

- 1) 国家開発計画で強調している作物の作付転換の推進。
- 2) 食糧の確保
- 3) 米、綿花、砂糖、メイズなどの輸入減少による外貨の節約
- 4) 灌漑農業の導入による雇用機会の創出
- 5) 農業生産拡大による地域の流通の活性化
- 6) 地域経済の活性化と地域経済の成長への貢献

(4) 開発の手順

本事業の用水源となるソンドゥーミリウ発電計画とマグワグワダム計画の実施計画に従い、カノー平野灌漑計画を3つのフェーズに分けて実施することを勧告する。フェーズⅠはソンドゥーミリウ発電所からの放流水で灌漑可能である2,380 haを対象とし、発電所の建設に合わせて実施する。残りの約12,550haについてはその規模と工事内容によりフェーズⅡおよびⅢに分割した。

(5) 実施組織の設立

事業の実施主体はLBDAとするが、事業の規模やLBDAの実施能力を考慮すると現在のLBDAの組織で実施することは困難と思われる。LBDAはできるだけ早くプロジェクト事務所を設立することを提言する。事業実施のための組織をLBDAのもとに独立して設立することを勧告する。

(6) 環境への影響

事業の実施はニャカチ湾とウイナム湾の水質にかなりの影響を与えることになる。水質を保全するためよりよい水管理を行うことで灌漑用水を節約することを勧告する。計画地区とニャカチ湾の間に位置する湿地帯は汚濁負荷量を軽減する機能は持っており、湿地の保全に高い優先度を与える。

ウイナム湾はビクトリア湖と狭い湾口で連絡しているだけでほとんど閉鎖されている。したがって一旦湾内の水が汚濁すると水質をもとに戻すことは困難である。水質保全のための環境管理・監視計画がカーノ一平野灌漑計画の実施に不可欠である。

マラリアや住血吸虫の発生を防ぐため水路の除草等を行うべきであるが、維持管理事務所で関係省庁と協力して地域全体を対象とした公衆衛生改善プログラムも実施することを勧告する。このためLBDAは公衆衛生部門を強化して国家灌漑庁と同様に公衆衛生改善プログラムを実施することが必要である。

(7) 詳細設計の実施

ソンドゥーミリウ発電計画の実施計画を考慮するとフェーズ I の詳細設計を1993年初めまでに開始することが望まれる。詳細設計の対象は、幹線施設の全てとフェーズ I の対象地区の圃場整備が望まれる。詳細設計作業の中には、湿地の浄化能力と生物媒介疾患に関する詳細な調査を含むことが望まれる。

(8) 水路維持管理および農業普及職員の訓練

本事業の実施により営農方法は著しく変化する。したがって現在の農民支援組織を強化して農業技術の向上を図り、また協同組合を組織して農業資材の購入および生産物の販売に便宜を図ることは必須でそれなくしては計画の効果は期待できない。プロジェクト事務所は、農家による協同組合および水利組合の設立・運営に係わる必要がある。したがって、それらに従事する職員を採用し、はやくから訓練を施すことが必要である

付 表

.....

表 3 - 1 月別氣象統計 (1/2)

Parameter	TEMPERATURE(°C)							
	MEAN MAX.				MEAN MIN.			
	Ahero	Chemelil	Kibos	West Kano	Ahero	Chemelil	Kibos	West Kano
Jan.	31.3	31.0	30.6	29.4	14.2	13.8	14.9	15.9
Feb.	31.4	31.5	30.9	29.4	14.6	14.2	14.7	16.3
Mar.	31.3	31.4	30.6	29.6	15.5	14.8	14.6	16.9
Apr.	29.4	29.2	29.4	28.1	15.9	15.5	15.2	17.5
May	29.0	28.1	28.5	27.7	15.9	15.2	14.9	17.0
Jun.	28.7	28.0	27.8	27.3	14.8	14.6	14.4	16.2
Jul.	28.7	27.9	28.0	27.3	14.5	14.1	14.0	15.6
Aug.	29.2	28.5	28.7	28.5	14.3	14.0	13.8	15.6
Sep.	30.4	29.4	29.1	29.6	14.1	13.5	13.8	15.3
Oct.	31.0	30.5	30.3	30.4	14.7	13.8	15.2	16.5
Nov.	30.3	29.9	29.8	28.7	14.8	14.3	15.1	16.5
Dec.	30.3	30.6	29.8	29.1	14.4	14.0	14.8	16.3
Year	30.1	29.7	29.5	28.8	14.8	14.3	14.6	16.3

Parameter	RELATIVE HUMIDITY (%)				RAINFALL (mm)			
	Ahero	Chemelil	Kibos	West Kano	Ahero	Chemelil	Kibos	West Kano
Jan.	63	59	63	62	84	87	87	105
Feb.	66	60	65	66	97	104	118	129
Mar.	68	62	66	66	140	125	170	179
Apr.	72	71	72	72	192	219	243	155
May	74	70	74	74	126	174	180	125
Jun.	73	73	75	73	77	120	100	99
Jul.	73	75	75	72	77	113	89	85
Aug.	70	72	72	70	75	96	125	66
Sep.	64	66	68	60	72	109	137	78
Oct.	62	63	63	55	76	95	97	75
Nov.	64	62	65	64	101	123	146	88
Dec.	65	61	68	64	87	117	103	130
Year	68	66	69	67	1,204	1,482	1,595	1,314

Source: Climatological Statistics for Kenya, Kenya Meteorological Department, 1984.

Note: Station codes and names are as follows:

Code	Name
9034086	Ahero Kano Irrigation Scheme
9035274	Chemelil Sugar Company Limited
9034105	Kibos Sugar Research
9034133	West Kano Irrigation Scheme

表 3 - 1 月別氣象統計 (2/2)

Parameter	DAILY SUNSHINE (hours)				DAILY RADIATION (langleys)				
	Station	Ahero	Chemelil	Kibos West Kano	Ahero	Chemelil	Kibos WestKano		
Jan.		8.4	8.8	-	8.5	620	589	605	-
Feb.		8.1	8.5	-	8.2	620	580	616	-
Mar.		8.1	8.6	-	7.9	625	594	612	-
Apr.		7.2	7.5	-	7.4	588	534	572	-
May		7.1	7.3	-	7.6	582	499	548	-
Jun.		6.7	7.3	-	7.2	552	493	502	-
Jul.		6.8	7.0	-	7.4	533	480	527	-
Aug.		6.8	7.1	-	7.6	544	498	536	-
Sep.		7.1	7.5	-	7.9	582	530	569	-
Oct.		7.4	7.8	-	8.1	599	544	600	-
Nov.		7.1	7.2	-	7.2	581	528	568	-
Dec.		8.2	8.5	-	8.2	607	566	579	-
Year		7.4	7.8	-	7.8	586	536	569	-

Parameter	EVAPORATION (mm)				DAILY WIND RUN (miles)				
	Station	Ahero	Chemelil	Kibos West Kano	Ahero	Chemelil	Kibos West Kano		
Jan.		210	188	201	182	87.2	80.5	97.5	107.9
Feb.		203	179	199	173	91.0	84.0	92.8	113.3
Mar.		221	190	206	185	87.6	80.9	87.9	116.4
Apr.		182	150	170	155	76.4	70.4	75.1	92.7
May		163	136	170	147	65.5	63.2	74.7	82.7
Jun.		154	129	147	143	65.9	62.0	66.5	77.7
Jul.		160	130	164	141	65.3	62.3	64.1	78.8
Aug.		170	134	169	143	73.6	66.4	67.1	87.3
Sep.		181	143	167	157	79.0	68.3	73.1	95.2
Oct.		189	159	191	152	78.8	72.0	76.2	105.2
Nov.		172	150	158	162	76.2	75.5	78.1	92.1
Dec.		189	174	182	162	81.1	76.5	84.2	99.4
Year		2,194	1,862	2,124	1,902	77.3	71.8	78.9	95.5

Source : Climatological Statistics for Kenya, Kenya Meteorological Department, 1984.

Note: Station codes and names are as follows:

Code	Name
9034086	Ahero Kano Irrigation Scheme
9035274	Chemelil Sugar Company Limited
9034105	Kibos Sugar Research
9034133	West Kano Irrigation Scheme

表 3 - 2 既存灌溉事業一覽

Name of Scheme	Location/Sub-Location	Potential Area (ha)		Water Source	Year of Implementation	Agency	Cropping Calendar
		Area (ha)	Area (ha)				
1. Alungo A	Ombeyi / Ramula	40	170	Oroba River	1987	PIU	Jan.-June x 2
2. Awach Kano	N. Nyakach / Wawidhi 'A'	80	300	Awach Kano River	1983	PIU	May-October
3. Kore	L.N.E. Kano / Kamagaga	90	150	Oroba and Ombeyi	1983	PIU	April-October
4. Nyachoda	N. Nyakach / Wawidhi 'B'	50	50	Awach Kano	1985	PIU	July-December
5. Nyakach	N. Nyakach / Gem Rae	90	110	Awach Kano	1983	PIU	July-December
6. Obange	S.E. Kano	80	200	Mirru	1987	PIU	June-November
7. Wasare	N. Nyakach / Jimo Middle	110	125	Asawo River	1984	PIU	July-December
8. Nyatini	N.W. & S.E. Kano / Kobura & Kakola	150	250	A.P.S. Drainage Water	1987	PIU	July-December
9. Ombaka	S.W. Kano / Kakola	20		Nyndo	1983	PIU	N / A
10. Masune	N. Nyakach/Wawidhi 'A'	250	250	Nyaidho	1986	PIU	May-December
11. Ahero Pilot Scheme	L.N.E. Kano/Irr.	870	870	Nyando River	1966	NIB	
12. West Kano	S.W. Kano	900	900	L. Victoria	1969	NIB	
13. S.W. Kano	S.W. Kano / All Loc.	200	1130	Nyando River	1990	PIU	N / A
14. Chiga	E. Kolwa / Chiga	50	400	Lietango	1986	PIU	June-December
15. Asunda	Ombeyi / Ramula	20	40	Oroba	1989	PIU	Jan.-June x 2
16. Abwao	Ombeyi / Ramula Kore	43	70	Oroba	1987	PIU	March-August
17. Kopudo	L. Nyakach / Gem Rae	30	50	Awach Kano	1989	PIU	July-December
18. Odhong	Obumba / Wanjare	30	-	Nyangeta	1987	PIU	June-December
19. Oyani	N. Nyakach / Gem Rae	30	30	Awach	1985	PIU	July-December
20. Siany	.	6.4	10	Ahol	N / A	PIU	July-December
21. Gem Rae	N. Nyakach / Gem Rae	70	70	Awach	1983	PIU	July-December
22. Obino	East Kolwa / Chiga	10	200	Riwa	1987	PIU	May-October
23. Malele	East Kolwa / Chiga	40	100	Riwa	1987	PIU	May-October
24. Ahol	East Kolwa / Chiga	20	100	Nyangeta	1987	PIU	May-October
25. Alungo B	Ombeyi / Ramula						
26.	Wang' chieng / Kamser	4	5	Lake Victoria	1980	PIU	May-November
27. Seka Bondo							

SR: Short rainy season rice

LR: Long rainy season rice

Source: LBDA

表 3 - 3 耕作面積・單位收量・生產量

	Hectarage (ha)				Yield (t/ha)			
	1987	1988	1989	Average	1987	1988	1989	Average
Maize	5,157	5,377	4,901	5,145	1.80	1.98	1.98	1.92
Sorghum	3,617	3,189	2,972	3,260	0.90	1.05	1.26	1.08
Millet	50	39	36	42	0.72	0.27	0.45	0.48
Rice	2,489	1,521	2,200	2,070	3.60	3.34	3.00	3.31
Beans	1,513	874	1,081	1,191	0.90	0.60	0.72	0.74
Greengram	155	202	156	171	0.45	0.63	0.36	0.48
Cowpea	240	340	250	277	0.45	0.32	0.36	0.38
Groundnut	198	231	156	195	0.75	1.00	0.48	0.74
Cassava	538	560	412	503	5.58	7.16	6.24	6.34
Sweet potato	1,580	1,085	718	1,128	6.00	6.54	5.88	6.10
Sugarcane	NA	800	NA	NA	40.00	62.00	55.00	52.30
Cotton	1,493	1,846	3,204	2,181	0.30	0.30	0.30	0.30
Total	16,291	14,873	15,346	15,503				

	Production (ton)				Value (1000/Ksh)			
	1987	1988	1989	Average	1987	1988	1989	Average
Maize	8,976	9,712	9,389	9,359	18,748	31,200	23,093	24,348
Sorghum	3,216	3,419	3,819	3,521	3,879	5,682	7,650	5,757
Millet	34	10	16	20	-	-	24	NA
Rice	8,514	4,827	7,201	6,850	15,097	16,360	25,949	18,235
Beans	1,369	528	779	882	6,780	2,594	3,877	4,417
Greengram	68	125	55	83	606	698	488	597
Cowpea	111	101	93	105	-	84	700	404
Sugarcane	NA	39,184	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Cotton	448	554	961	655	1,159	1,861	3,640	2,343
Total					73,087	71,126	74,935	72,428

Source : Prepared by JICA Study Team

表 3 - 4 主要農業生産物の価格

Item		Unit	Price (Ksh)	Unit Price (Kshs)
National Cereals and Produce Board (NCPB)				
Maize		90 kg	235.00	2.61 /kg
Rice (in husk)	Basmati	100 kg	963.20	9.63 /kg
	Sindano	75 kg	269.00	3.59 /kg
	Others	75 kg	269.00	3.59 /kg
Beans	Canadian wonder	90 kg	480.00	5.33 /kg
	Rosecoco	90 kg	480.00	5.33 /kg
	Lima	90 kg	460.00	5.11 /kg
	Mwezi moja	90 kg	460.00	5.11 /kg
	Red haricot	90 kg	440.00	4.88 /kg
	Mwitiemania	90 kg	440.00	4.88 /kg
	Other beans	90 kg	420.00	4.67 /kg
	Greengram	Green	90 kg	500.00
Yellow		90 kg	370.00	4.11 /kg
Black		90 kg	370.00	4.11 /kg
Peas	Pegion	90 kg	370.00	4.11 /kg
	Cow	90 kg	370.00	4.11 /kg
	Dried field	90 kg	370.00	4.11 /kg
Groudnut	Nyanza type	80 kg	700.00	8.75 /kg
Sugar Company				
Sugarcane		1 ton	405.00	405 /ton
Cotton Board of Kenya				
Seed Cotton	A rank	1 kg	10.00	10.00 /kg
	B rank	1 kg	6.00	6.00 /kg
Kenya Planters Cooperative Union				
Robuster coffee	First class	1 kg	5.50	5.50 /kg
	Second class	1 kg	4.50	4.50 /kg

Source : Prepared by JICA Study Team

表 6 - 1 計画作付面積

(Unit:ha)

Long Rainy Season	Short Rainy Season	Sub-area					Total	
		I	II-1	II-2	III	IV		V
Paddy	Beans	240	0	110	1,010	910	420	2,690
Maize	Paddy	0	0	0	70	990	680	1,740
Maize	Cotton/Beans	100	200	1,010	120	60	40	1,530
	Sugarcane	0	0	0	1,230	1,830	2,070	5,130
Vegetables	Vegetables	100	190	1,100	140	20	20	1,570
	Fruit tree	100	190	710	0	0	0	1,000
	Napier grass	60	70	300	210	360	270	1,270
	Total	600	650	3,230	2,780	4,170	3,500	14,930

Beans : Field beans, Green grams and Cow peas.

Source : Prepared by JICA Study Team

表 6 - 2 土地利用の変化

(Unit:ha)

Item	Sub-area					Total	
	I	II-1	II-2	III	IV		V
Present Land Use							
Paddy field	0	0	100	330	240	110	780
Upland field	270	300	1,470	840	1,540	1,500	5,920
Pasture	330	310	1,470	1,380	2,200	1,710	7,400
Scrub	0	40	190	230	190	180	830
Others	0	0	0	0	0	0	0
Total	600	650	3,230	2,780	4,170	3,500	14,930
Future Land Use							
Paddy field	240	0	110	1,080	1,900	1,100	4,430
Upland field	360	650	3,120	1,700	2,270	2,400	10,500
Pasture	0	0	0	0	0	0	0
Scrub	0	0	0	0	0	0	0
Others	0	0	0	0	0	0	0
Total	600	650	3,230	2,780	4,170	3,500	14,930
Change							
Paddy field	240	0	10	750	1,660	990	3,650
Upland field	90	350	1,650	860	730	900	4,580
Pasture	-330	-310	-1,470	-1,380	-2,200	-1,710	-7,400
Scrub	0	-40	-190	-230	-190	-180	-830
Others	0	0	0	0	0	0	0
Total	0	0	0	0	0	0	0

Source : Prepared by JICA Study Team

表 6 - 3 期待収量と生産量
(事業を実施した場合としない場合)

Crop	Without Project			With Project		
	Area (ha)	Yield (t/ha)	Production (t/year)	Area (ha)	Yield (t/ha)	Production (t/year)
Paddy	420	3.3	1,390	4,430	6.0	26,580
Maize	1,490	1.9	2,860	3,270	5.0	16,350
Sorghum	940	1.1	1,020	-	-	-
Beans	490	0.7	340	3,455	1.5	5,183
Cassava	140	0.3	890	-	-	-
Sweet potato	220	6.1	1,350	-	-	-
Vegetable	-	-	-	3,140	20.0	62,800
Fruit tree	-	-	-	1,000	10.0	10,000
Cotton	430	0.3	120	765	2.2	1,683
Sugarcane	40	523	2,090	5,130	100	513,000
Napier grass	-	-	-	1,270	400	508,000
Total	4,170	-	-	22,460	-	-

Beans : Field Beans, Green grams, Cowpeas and Groundnuts

Source : Prepared by JICA Study Team

表 6 - 4 生産物および営農資材の価格

		(Unit: KShs./Unit)		
Outputs and Inputs		Unit	Financial (1991)	Economic (2000)*1
Outputs	Rice (Import Parity)	ton	4,800	6,180 *2
	Maize (Import Parity)	ton	3,400	4,660 *2
	Cotton (Import Parity)	ton	10,000	16,910 *3
	Sugarcane (Import Parity)	ton	405	501 *3
	Beans	ton	7,250	5,950 *4
	Sorghum	ton	3,360	2,760 *4
	Millet	ton	7,200	5,900 *4
	Greengrams	ton	13,690	11,230 *4
	Cowpeas	ton	14,360	11,780 *4
	Groundnuts	ton	14,310	11,730 *4
	Cassava	ton	2,220	1,820 *4
	Sweet potato	ton	1,040	850 *4
	Tomatoes	ton	3,400	2,790 *4
	Cattle	head	4,500	3,690 *4
	Milk	ton	8,000	6,560 *4
	Robusta coffee	ton	5,500	4,510 *4
	Passion fruit	ton	5,000	4,100 *4
Inputs	(1) Seed			
	Rice	kg	6.0	4.9 *4
	Maize	kg	12.5	10.3 *4
	Beans	kg	25.0	20.5 *4
	Tomatoes	kg	1,007.3	826.0 *4
	Onions	kg	1,099.2	901.3 *4
	French Beans	kg	42.0	34.4 *4
	(2) Fertilizer			
	ASN	kg	4.1	3.3 *4
	TSP	kg	5.5	4.5 *4
	MP	kg	2.8	2.3 *4
	(3) Agro-chemicals			
	Powder	kg	90.5	74 *4
	Liquid	lit	305.3	250 *4
	(4) Labour			
	Family Labour	Man-day	25.0	15.0 *5
	(5) Oxen			
Land preparation	time	1,890	680 *6	

Note: *1: 1991 constant price.
 *2: For breakdown, see Table VI-6.3 (1/2)
 *3: For breakdown, see Table VI-6.3 (2/2)
 *4: Using standard conversion factor of 0.82.
 *5: Using shadow wage rate of 0.6.
 *6: Using shadow wage rate of 0.36.

Source : Prepared by JICA Study Team

表 7-1 灌漑排水施設の数

Canal / Structure		Sub-area							Total	
		I	II-1	II-2a	II-2b	III	IV	V		
Main Canals										
South Nyanza main canal	(km)	-	6.0	-	-	-	-	-	-	6.0
Nyakach-Kano main canal	(km)	-	-	8.4	5.1	6.5	13.3	12.3		45.6
Related structures										
Culvert	(nos.)	-	10	20	12	9	7	16		74
Syphon and spillway	(nos.)	-	1	4	1	1	1	1		9
Check	(nos.)	-	4	3	2	2	4	2		17
Drop	(nos.)	-	27	0	0	0	0	2		29
Turnout	(nos.)	-	6	10	5	4	5	7		37
Washibg step	(nos.)	-	6	8	5	6	13	13		51
Secondary Canals										
Length of Canals	(km)	11	6	32	11	45	51	57		213
Related structures										
Turnout	(nos.)	18	20	70	25	61	91	77		362
Check	(nos.)	10	12	39	14	41	61	52		229
Drop	(nos.)	80	43	236	84	118	133	149		843
Culvert	(nos.)	7	4	20	7	9	11	12		70
Washing step	(nos.)	10	5	31	11	45	51	57		210
Tertiary Canals										
Length of Canals	(km)	16	17	62	22	79	117	101		414
Related structures										
Division box	(nos.)	154	167	609	217	789	1161	1012		4109
Drop	(nos.)	71	77	283	101	181	268	233		1214
Pipe culvert	(nos.)	78	84	308	110	387	571	496		2034
On-farm works										
Upland field	(ha)	360	650	2,347	773	1,700	2,270	2,400		10,500
Paddy field	(ha)	240	0	33	77	1,080	1,900	1,100		4,430
Main and secondary drains										
Length of drains	(km)	11	14	46	17	35	99	44		266
Related structures										
(1) Cross drain	(nos.)	-	4	5	4	2	7	5		27
(2) Drop	(nos.)	34	40	118	44	110	243	136		725
(3) Culvert	(nos.)	12	14	40	22	34	84	53		259
(4) Canal revetment	(m ²)	2400	2700	9100	5500	7200	25300	8600		60800
Tertiary drains										
Length of drains	(km)	16	17	62	22	79	117	102		415
Related structures										
(1) Drop	(nos.)	8	9	33	12	65	96	83		306
(2) Cross drain	(nos.)	8	9	33	12	65	96	83		306
(3) Drainage culvert	(nos.)	8	9	33	12	65	96	83		306

Source : Prepared by JICA Study Team

表 7-2 年次別事業費

(Ksh 1,000)

	Detailed Design			Phase I			Phase II			2004								
	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004						
	L/C	F/C	L/C	F/C	L/C	F/C	L/C	F/C	L/C	F/C	L/C	F/C						
1. Construction Cost																		
Preparation	0.3	3.5	16.4	18.9	4.1	4.7	0.0	0.0	0.0	0.0	30.0	38.2	7.5	9.5	0.0	0.0	0.0	
Regulating Pond			15.0	34.4	25.0	57.3	10.0	22.9	0.0	0.0	12.1	30.5	12.1	30.5	6.1	15.3	0.0	0.0
Irrigation Facility			14.6	14.8	36.6	37.1	22.0	22.3	0.0	0.0	31.7	46.6	31.7	46.6	31.7	46.6	0.0	0.0
Drainage facility			0.0	0.0	22.1	15.2	55.3	38.1	33.2	22.9	0.0	0.0	0.0	0.0	99.0	94.3	99.0	94.3
Road Improvement			0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	5.0	1.4	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.6	17.0	4.6
On-farm			0.0	0.0	5.3	5.5	7.0	7.4	5.3	5.5	0.0	0.0	10.7	12.4	10.7	12.4	16.1	18.7
Office and Quarter			0.0	0.0	2.6	2.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5
Sub-Total	0.0	0.0	46.0	68.1	95.6	122.5	95.6	95.6	39.8	33.4	73.8	115.3	62.1	99.1	147.5	168.6	151.4	176.5
2. O & M Equipment	0.3	3.5			3.8			0.2	0.6		1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
3. Administration Cost	2.3	2.3	3.8	3.8	4.0	10.0	4.0	10.0	4.0	10.0	8.0	12.0	8.0	12.0	8.0	12.0	8.0	12.0
4. Engineering Cost	20.0	40.0	4.0	10.0	4.0	10.0	4.0	10.0	4.0	10.0	8.0	12.0	8.0	12.0	8.0	12.0	8.0	12.0
5. Land Acquisition		1.0				3.0												
Sub-Total	22.6	43.5	23.3	40.0	53.8	78.1	103.4	132.5	103.4	105.6	83.3	127.3	71.6	111.1	157.0	180.6	160.9	188.5
6. Physical Contingency	2.3	4.3	5.4	7.8	10.3	13.3	10.3	10.6	5.1	4.4	8.3	12.7	7.2	11.1	15.7	18.1	16.1	18.8
Sub-Total	24.9	47.8	25.6	44.0	59.2	85.9	113.8	145.8	116.2	55.9	91.7	140.0	78.7	122.2	172.7	198.6	176.9	207.3
L/C=0.15*Total cost	10.9	61.8	10.4	59.2	21.8	123.3	38.9	220.6	34.5	195.5	34.7	196.9	30.1	170.8	55.7	315.6	57.6	326.6
F/C=0.85*Total cost																		
7. Price Contingency	2.3	2.5	3.5	3.6	10.1	10.2	23.8	23.0	26.6	24.7	39.7	33.8	40.9	33.3	88.8	69.1	106.8	79.5
Sub-Total	13.2	64.3	13.9	62.8	31.9	133.5	62.7	243.6	61.1	220.1	74.5	230.7	71.1	204.1	144.5	384.7	164.4	406.1
(Ksh 1,000)																		
Project as a whole	L/C	F/C	L/C	F/C	L/C	F/C	L/C	F/C	L/C	F/C	L/C	F/C	L/C	F/C	L/C	F/C	L/C	F/C
1. Construction Cost	111	135	245	80	191	271	337	537	874	776	676	1,452	22	79	101	166	193	359
Preparation	4	41	45	39	0	39	146	240	386	8	0	8	1,694	2,097	3,791	169	210	379
Regulating Pond																		
Irrigation Facility																		
Drainage facility																		
Road Improvement																		
On-farm																		
Office and Quarter																		
Sub-Total	1,497	1,816	3,313	4	41	45	39	0	39	146	240	386	8	0	8	1,694	2,097	3,791
2. O & M Equipment																		
3. Administration Cost																		
4. Engineering Cost																		
5. Land Acquisition																		
Sub-Total																		
6. Physical Contingency																		
Sub-Total																		
L/C=0.15*Total cost																		
F/C=0.85*Total cost																		
7. Price Contingency																		
Sub-Total																		
Total	1,612	4,284	5,895	1,612	4,284	5,895	1,612	4,284	5,895	1,612	4,284	5,895	1,612	4,284	5,895	1,612	4,284	5,895

L/C: Local Currency
 F/C: Foreign Currency
 Price escalation rate
 L/C= 0.1
 F/C= 0.02
 Source : Prepared by JICA Study Team

表 7 - 3 事業費

(Ksh.1,000)

	Detailed design			Phase I			Phase II			Phase III			Project as a whole			
	L/C	F/C	Total	L/C	F/C	Total	L/C	F/C	Total	L/C	F/C	Total	L/C	F/C	Total	
																L/C
1. Construction Cost																
Preparation	0	21	24	44	38	48	85	53	63	116	111	135	245			
Regulating Pond	0	50	115	164	30	76	107	0	0	0	80	191	271			
Irrigation Facility	0	73	74	147	127	186	313	136	277	413	337	537	874			
Drainage facility	0	111	76	187	248	236	483	418	364	782	776	676	1,452			
Road Improvement	0	3	10	13	9	34	43	10	35	45	22	79	101			
On-farm	0	18	18	36	54	62	116	95	112	207	166	193	359			
Office and Quarter	0	3	3	5	2	2	3	2	2	3	6	6	12			
Sub-Total	0	277	320	597	506	644	1,150	714	853	1,566	1,497	1,816	3,313			
2. O & M Equipment	0	3	4	1	0	0	0	4	37	40	4	41	45			
3. Administration Cost	5	0	5	15	8	0	8	12	0	12	39	0	39			
4. Engineering Cost	40	80	120	56	40	60	100	50	60	110	146	240	386			
5. Land Acquisition	1	0	1	3	0	0	0	4	0	4	8	0	8			
Sub-Total	46	83	129	672	554	704	1,258	783	949	1,732	1,694	2,097	3,791			
6. Physical Contingency	5	8	13	67	55	70	126	78	95	173	169	210	379			
Sub-Total	51	92	142	739	609	774	1,383	861	1,044	1,905	1,863	2,306	4,170			
L/C=0.15*Total cost																
F/C=0.85*Total cost	21	121	142	739	208	1,176	1,383	286	1,620	1,905	625	3,544	4,170			
7. Price Contingency	6	6	12	353	339	260	599	566	402	968	986	739	1,725			
Total	27	127	154	885	546	1,436	1,982	852	2,021	2,873	1,611	4,284	5,895			
L/C: Local Currency																
F/C: Foreign Currency																

Source : Prepared by JICA Study Team

表 8 - 1 プロジェクト事務所の要員数

Project staff	Detailed design stage	Construction stage	Operation & maintenance stage
1 Project coordinator	1	1	1
2 Irrigation engineer	1	1	1
3 Assist. irrig. engr (Site office in charge)	-	-	5
4 Design engineer	2	1	1
5 On-farm engineer / coordinator	-	5	-
6 Construction engineer (site office in charge)	-	5	-
7 Cartographer	1	1	1
8 Computer operator	1	1	1
9 WUAs expert	-	1	1
10 Canal master	-	-	5
11 Assistant gate master	-	-	10
12 Agricultural officer	-	-	1
13 Livestock officer	-	-	1
14 Assistant agricultural officer	-	-	5
15 Assistant livestock officer	-	-	5
16 Agricultural technical assistant	-	-	25
17 Animal technical assistant	-	-	25
18 Cooperative expert	1	1	1
19 Administrator	1	1	1
20 Administrator (land acquisition)	1	1	-
21 Accountant	1	1	1
22 Clerk/Typist	2	2	2
23 Operator of heavy equipment	-	-	3
24 Workers	-	-	10
Total	12	22	106

Remarks: Drivers and some other workers are not counted.

Source : Prepared by JICA Study Team

表 8 - 2 維持管理用機械

	Item	Unit	Quantity
(1)	Heavy equipment		
	1 Backhoe shovel, 0.35m ³	nos.	3
	2 - ditto - 0.6m ³	nos.	1
	3 Bulldozer, 11t	nos.	1
	4 Wheeled loader, 1.2m ³	nos.	1
	5 Motor grader, 3.7m	nos.	2
	6 Road roller, 5t	nos.	1
	7 Lorry, 12t	nos.	2
	8 Fuel tanker, 8t	nos.	1
	9 Dump truck, 8t	nos.	2
	10 Dump truck, 4t	nos.	1
	11 Cargo truck 6ton	nos.	5
	12 - ditto - with 2t crane	nos.	2
	13 Pick up truck 1t	nos.	5
	14 Jeep	nos.	4
	15 Station wagon (4WD)	nos.	4
	16 Motor cycle	nos.	15
	17 bicycle	nos.	30
	18 Vibrating plate, 3PS	nos.	2
	19 Concrete mixer, 0.12m ³	nos.	2
	20 Submersible pump, 50mm	nos.	2
	21 Portable generator, 3kVA	nos.	1
	22 Spare parts and tools	L.S.	1
(2)	Meteorological equipment	L.S.	1
(3)	Personal computer and attachment	L.S.	1

Source : Prepared by JICA Study Team

表 9 - 1 経済費用及び便益の流れ

							IRR = 13.2%		
		Constl. cost	O & M	Replace- ment	Total cost	Benefit	Balance		
1	1993	49	0	0	49	0	-49	Discount	
2	1994	73	0	0	73	0	-73	rate	10%
3	1995	139	0	0	139	0	-139	Benefit	2,395
4	1996	252	0	0	252	0	-252	Cost	1,757
5	<u>1997</u>	<u>228</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>228</u>	<u>0</u>	<u>-228</u>	B-C	638
6	1998	141	3	0	144	47	-96	B/C	1.36
7	1999	207	4	0	211	82	-129		
8	2000	360	4	0	364	95	-269		
9	2001	474	4	0	478	102	-376		
10	<u>2002</u>	<u>746</u>	<u>4</u>	<u>0</u>	<u>750</u>	<u>108</u>	<u>-642</u>		
11	2003	627	16	0	643	318	-325		
12	2004	238	20	0	258	435	177		
13	2005		24	0	24	552	528		
14	2006		24	0	24	594	571		
15	<u>2007</u>		<u>24</u>	<u>0</u>	<u>24</u>	<u>626</u>	<u>603</u>		
16	2008		24	2	26	637	611		
17	2009		24	0	24	642	618		
18	2010		24	0	24	642	618		
19	2011		24	0	24	642	618		
20	<u>2012</u>		<u>24</u>	<u>0</u>	<u>24</u>	<u>642</u>	<u>618</u>		
21	2013		24	10	34	642	608		
22	2014		24	0	24	642	618		
23	2015		24	0	24	642	618		
24	2016		24	0	24	642	618		
25	<u>2017</u>		<u>24</u>	<u>0</u>	<u>24</u>	<u>642</u>	<u>618</u>		
26	2018		24	2	26	642	616		
27	2019		24	0	24	642	618		
28	2020		24	0	24	642	618		
29	2021		24	0	24	642	618		
30	<u>2022</u>		<u>24</u>	<u>0</u>	<u>24</u>	<u>642</u>	<u>618</u>		
31	2023		24	14	38	642	604		
32	2024		24	0	24	642	618		
33	2025		24	0	24	642	618		
34	2026		24	0	24	642	618		
35	<u>2027</u>		<u>24</u>	<u>0</u>	<u>24</u>	<u>642</u>	<u>618</u>		
36	2028		24	13	36	642	606		
37	2029		24	0	24	642	618		
38	2030		24	0	24	642	618		
39	2031		24	0	24	642	618		
40	<u>2032</u>		<u>24</u>	<u>0</u>	<u>24</u>	<u>642</u>	<u>618</u>		
41	2033		24	10	34	642	608		
42	2034		24	0	24	642	618		
43	2035		24	0	24	642	618		
44	2036		24	0	24	642	618		
45	<u>2037</u>		<u>24</u>	<u>0</u>	<u>24</u>	<u>642</u>	<u>618</u>		
46	2038		24	2	26	642	616		
47	2039		24	0	24	642	618		
48	2040		24	0	24	642	618		
49	2041		24	0	24	642	618		
50	2042		24	0	24	642	618		
Total		3,534							

Source : Prepared by JICA Study Team

表 9-2 開発事業の資金繰り計画

(Unit: Kshs. million)

	Outflow					Inflow					Balance (B)-(A)	Accumulated loan	
	Project cost	O&M cost	Replacement cost	2.5% Loan interest	Loan repayment	Total outflow	Foreign loan	Gov't budget	Gov't subsidy	Water charge			Total inflow
1993	61	0	0	0	0	61	48	13	7	0	62	0	48
1994	90	0	0	3	0	93	71	19	3	0	93	0	119
1995	190	0	0	7	0	196	156	34	7	0	196	0	275
1996	355	0	0	14	0	369	297	58	14	0	369	0	572
1997	331	0	0	23	0	352	277	53	21	0	352	0	849
1998	215	3	0	26	0	243	178	37	26	3	243	0	1,077
1999	317	5	0	32	0	354	263	54	32	5	354	0	1,290
2000	572	5	0	44	0	621	484	89	44	5	621	0	1,773
2001	791	5	0	61	0	856	672	119	61	5	856	0	2,445
2002	1,312	5	0	89	0	1,406	1,123	189	89	5	1,406	0	3,569
2003	1,140	19	0	108	246	1,512	977	163	353	19	1,512	0	4,300
2004	441	24	0	111	246	821	367	73	356	24	821	0	4,422
2005	0	29	0	104	246	379	0	0	350	29	379	0	4,176
2006	0	29	0	98	246	373	0	0	344	29	373	0	3,931
2007	0	29	0	92	246	366	0	0	338	29	366	0	3,685
2008	0	29	3	86	246	363	0	0	334	29	363	0	3,439
2009	0	29	0	80	246	354	0	0	326	29	354	0	3,194
2010	0	29	0	74	246	348	0	0	319	29	348	0	2,948
2011	0	29	0	68	246	342	0	0	313	29	342	0	2,702
2012	0	29	0	61	246	336	0	0	307	29	336	0	2,457
2013	0	29	13	55	246	342	0	0	314	29	342	0	2,211
2014	0	29	0	49	246	324	0	0	295	29	324	0	1,965
2015	0	29	0	43	246	317	0	0	289	29	317	0	1,720
2016	0	29	0	37	246	311	0	0	283	29	311	0	1,474
2017	0	29	0	31	246	305	0	0	276	29	305	0	1,228
2018	0	29	3	25	246	302	0	0	273	29	302	0	985
2019	0	29	0	18	246	293	0	0	264	29	293	0	737
2020	0	29	0	12	246	287	0	0	258	29	287	0	491
2021	0	29	0	6	246	281	0	0	252	29	281	0	246
2022	0	29	0	0	246	274	0	0	246	29	274	0	0
2023	0	29	17	0	0	46	0	0	17	29	46	0	0
2024	0	29	0	0	0	29	0	0	0	29	29	0	0
2025	0	29	0	0	0	29	0	0	0	29	29	0	0
2026	0	29	0	0	0	29	0	0	0	29	29	0	0
2027	0	29	0	0	0	29	0	0	0	29	29	0	0
2028	0	29	16	0	0	45	0	0	16	29	45	0	0
2029	0	29	0	0	0	29	0	0	0	29	29	0	0
2030	0	29	0	0	0	29	0	0	0	29	29	0	0
2031	0	29	0	0	0	29	0	0	0	29	29	0	0
2032	0	29	0	0	0	29	0	0	0	29	29	0	0
2033	0	29	13	0	0	42	0	0	13	29	42	0	0
2034	0	29	0	0	0	29	0	0	0	29	29	0	0
2035	0	29	0	0	0	29	0	0	0	29	29	0	0
2036	0	29	0	0	0	29	0	0	0	29	29	0	0
2037	0	29	0	0	0	29	0	0	0	29	29	0	0
2038	0	29	3	0	0	32	0	0	3	29	32	0	0
2039	0	29	0	0	0	29	0	0	0	29	29	0	0
2040	0	29	0	0	0	29	0	0	0	29	29	0	0
2041	0	29	0	0	0	29	0	0	0	29	29	0	0
2042	0	29	0	0	0	29	0	0	0	29	29	0	0
Total	5,814	1,155	67	1,457	4,913	13,406	4,913	900	6,438	1,155	13,406	0	0
							85%	15%					

Foreign loan : 85% of total cost, annual interest of 2.5% for repayment period of 30 years including grace period of 30 years.

Source : Prepared by JICA Study Team

表 1 0 - 1 ウィナム湾及びニヤカチ湾の水文

Existing	unit	Winam Gulf	Nyakach Bay
a) Surface area	km ²	1,400	36
b) Average depth	m	6	3
c) Storage volume(a*b)	10 ⁶ m ³	8,400	108
d) Annual inflow	10 ⁶ m ³ /y	2,731.0	510.9
e) Retention time(d/c)	times/y	0.33	4.73
With project condition	unit	Winam Gulf	Nyakach Bay
f) Irrigable area	ha	14,930	14,930
g) Diverted water volume	10 ⁶ m ³ /y	372	372
h) Evapotranspiration and permeability	mm/day	4	4
i) Irrigable days	day	365	365
j) Loss of irrigation water (f x h x i)	10 ⁶ m ³ /y	218	218
k) Return flow(g-j)	10 ⁶ m ³ /y	154	154
l) Return flow rate (k/g)	%	41.4	41.4
m) Annual inflow to Gulf (d-j)	10 ⁶ m ³ /y	2,513	-
n) Annual inflow to Bay (note 1)	10 ⁶ m ³ /y	-	665
o) Change of inflow rate (m/d)	%	92.0	130.2
p) Retention time(m/c)	times/y	0.30	6.16

Source : Prepared by JICA Study Team

表 1 0 - 2 現状の水質と汚濁負荷量

	unit	COD	T-N	T-P
Water quality				
a) Diverted irrigation water	mg/l	2.2	4.94	0.02
b) Nyando river	mg/l	4.2	1.19	0.10
c) Center of Nyakach Bay	mg/l	2.6	0.62	0.04
d) Inflow water to Gulf (assumption)	mg/l	5.0	1.00	0.06
e) Center of Winam Gulf	mg/l	1.8	0.47	0.02
Pollution load				
f) Load from Bay to Gulf	t/y	1,328	317	20
g) Inflow load to Bay	t/y	2,146	608	51
h) Purificated load in Bay (h-g)	t/y	817	291	31
i) Load from Gulf to main Lak	t/y	4,916	1,284	55
j) Load from inflow water to C	t/y	13,655	2,731	164
k) Purificated load in Gulf (m-	t/y	8,739	1,447	109

Note : Concentration of COD is quoted from the sampling results, and T-N and T-P are estimated based on the existing data and the sampling results.

Source : Prepared by JICA Study Team

表 1 0 - 3 水質と汚濁負荷量の変化

Item	unit	Nyakach Bay			Winam Gulf		
		COD	T-N	T-P	COD	T-N	T-P
a) Existing annual inflow	10 ⁶ m ³ /y	511	511	511	2,731	2,731	2,731
b) Existing inflow load	t/y	2,146	608	51	13,655	2,731	164
With project condition							
c) Volume of diverted water	10 ⁶ m ³ /y	372	372	372	-	-	-
d) Load by diverted water	t/y	819	1,838	7	-	-	-
e) Increased load by irrig'n	t/y	1,085	61.98	32.02	1,085	61.98	32.02
f) Total inflow load(b+d+e)	t/y	4,049	2,508	91	14,740	2,793	196
g) Self purification load	t/y	817	291	31	8,739	1,447	109
h) Expected actual load(f-g)	t/y	3,232	2,217.03	59.90	6,000	1,346	87
i) Loss of irrigation water	10 ⁶ m ³ /y	218	218	218	218	218	218
j) Expected annual inflow	10 ⁶ m ³ /y	665	665	665	2,513	2,513	2,513
k) Expected water quality(h/j)	mg/l	4.86	3.33	0.09	2.39	0.54	0.03
l) Increased concentration	mg/l	2.26	2.71	0.05	0.59	0.07	0.01

Source : Prepared by JICA Study Team

表 1 0 - 4 ニヤカチ湾及びウイナム湾の富栄養化

Item	unit	Existing Condition	with Project Condition
Nyakach Bay			
a)Surface area	km ²	36	36
b)Average depth	m	3	3
c)Storage volume(a x b)	10 ⁶ m ³	108	108
d)Annual inflow	10 ⁶ m ³	511	665
e)Retention time(d/c)	times/y	4.73	6.16
f)Concentration of T-P	mg/l	0.04	0.09
g)T-P surface area load(d x f/a)	t/km ² .y	0.57	1.66
h)Re'tion time x Ave. depth(e x b)	times.m/y	14.19	18.47
Winam Gulf			
a)Surface area	km ²	1,400	1,400
b)Average depth	m	6	6
c)Storage volume(a x b)	10 ⁶ m ³	8,400	8,400
d)Annual inflow	10 ⁶ m ³	2,731	2,513
e)Retention time(d/c)	times/y	0.33	0.30
f)Concentration of T-P	mg/l	0.02	0.03
g)T-P surface area load(d x f/a)	t/km ² .y	0.04	0.06
h)Re'tion time x Ave. depth(e x b)	times.m/y	1.95	1.80

Source : Prepared by JICA Study Team

表 1 0 - 5 環境影響評估

Stage Item/ Ecological region	Construction stage			Operation stage		
	1	2	3	1	2	3
Agricultural chemicals region	=	=	=	=	x	x
Soil erosion	x	=	=	x	=	=
Sediment	=	x	x	=	x	x
Fisheries	=	x	x	x	-/C	-/C
Ecosystem of the swamp	=	x	x	=	-/C	-/C
Resettlement	x	=	=	=	=	=
Vector borne disease						
- Malaria	-/C	=	=	-/A	=	=
- Schistosomiasis	-/C	=	=	-/A	x	x
- Trypanosomiasis	x	=	=	x	=	=

<Effect>

+ : Positive (better) effect expected

- : Negative (adverse) effect expected

= : No relation with the project considered

x : Neutral effect expected (not positive and not negative), there may be a change but such change will be neither beneficial nor harmful

<Magnitude>

A : Effect which has relatively high level of magnitude

B : Effect which has relatively medium level of magnitude

C : Effect which has relatively low level of magnitude

<Ecological region>

1 : Irrigation area

2 : Nyando river and swamp area

3 : Lake area (Winam Gulf and Nyakach Bay)

Source : Prepared by JICA Study Team

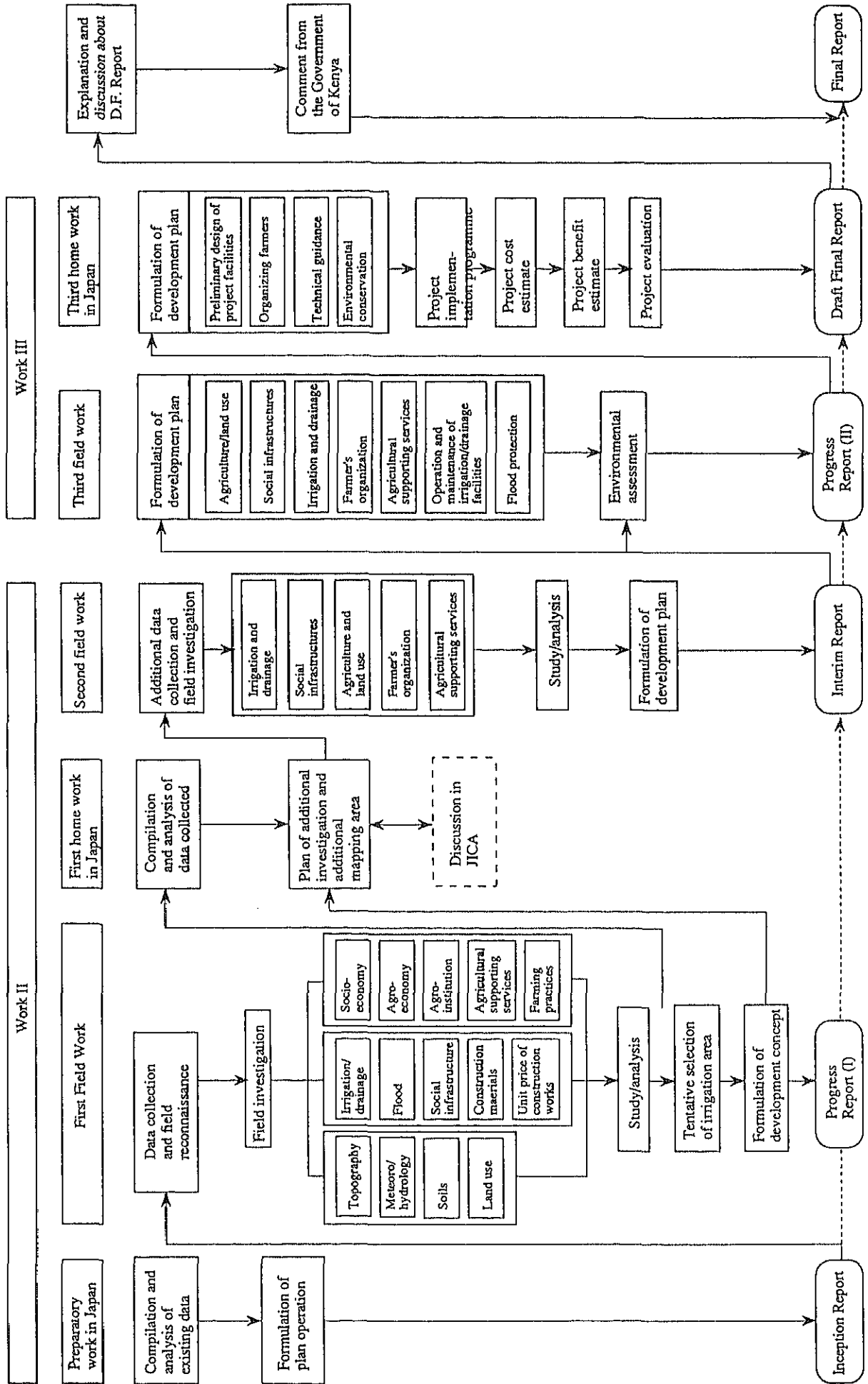
付 図

図 1 - 1 作業工程表

Fiscal Year	1990												1991												
	Month	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2				
Work Item		Work I												Work II											
1. Preparatory Work		■																							
2. 1st Field Work in Kenya			■																						
3. 1st Home Work in Japan				■																					
4. 2nd Field Work in Kenya					■																				
5. 3rd Field Work in Kenya						■																			
6. 2nd Home Work in Japan							■																		
7. Explanation of Draft Final Report																		■							
8. Preparation Final Report																			■						
Reports 1. Inception Report			▲																						
2. Progress Report					▲ (I)										▲ (II)										
3. Interim Report										▲															
4. Draft Final Report																			▲						
5. Final Report																					▲				

■ Field Work in Kenya ■ Home Work in Japan

図 1 - 2 調査作業の流れ



LEGEND TO SUBLICATION CODE

WINAM DIVISION
KAJULU LOCATION

1. Gari Nyabanda
2. Kadero
3. Konyi

EAST KOLWA LOCATION

4. Chilo
5. Buugi

NORTH WEST KANO LOCATION

6. Nyamwere
7. Kocheng
8. Kambura
9. Katho

SOUTH WEST KANO LOCATION

10. Kawino
11. Upper Bwanda
12. Kachimbo
13. Lower Bwanda

NYANDO DIVISION
SOUTH EAST KANO LOCATION

14. North Kalia
15. North Kachaga
16. South Kachaga
17. South Kochaga

EAST KANO LOCATION

18. Wawishi A
19. Kakame
20. Wawishi C
21. Border I
22. Border II
23. Wawishi B
24. Kajiyo

UPPER NYAKACH DIVISION
NORTH NYAKACH LOCATION

1. Gem. Ror
2. Middle Jimo
3. West Agira
4. Anich
5. East Agoro

CENTRAL NYAKACH LOCATION

6. West Kabotho
7. West Jimo
8. Liana
9. East Kabotho
10. East Jimo

MUHORONI DIVISION
MIWANI LOCATION

1. West Miwani
2. Central Miwani
3. East Miwani
4. North Miwani

LOWER NORTH EAST KANO LOCATION

1. West Sida
2. Central Sida
3. North Kamogaga
4. Irrigation Scheme

NORTH EAST KANO LOCATION

5. Wangaya II
6. Wangaya I
7. North Kamawa
8. South Kamawa
9. Wangaya I

LOWER NYAKACH DIVISION
WEST NYAKACH LOCATION

11. Lower Kadanga
12. West Kogala
13. Upper Kadanga

SOUTH NYAKACH LOCATION

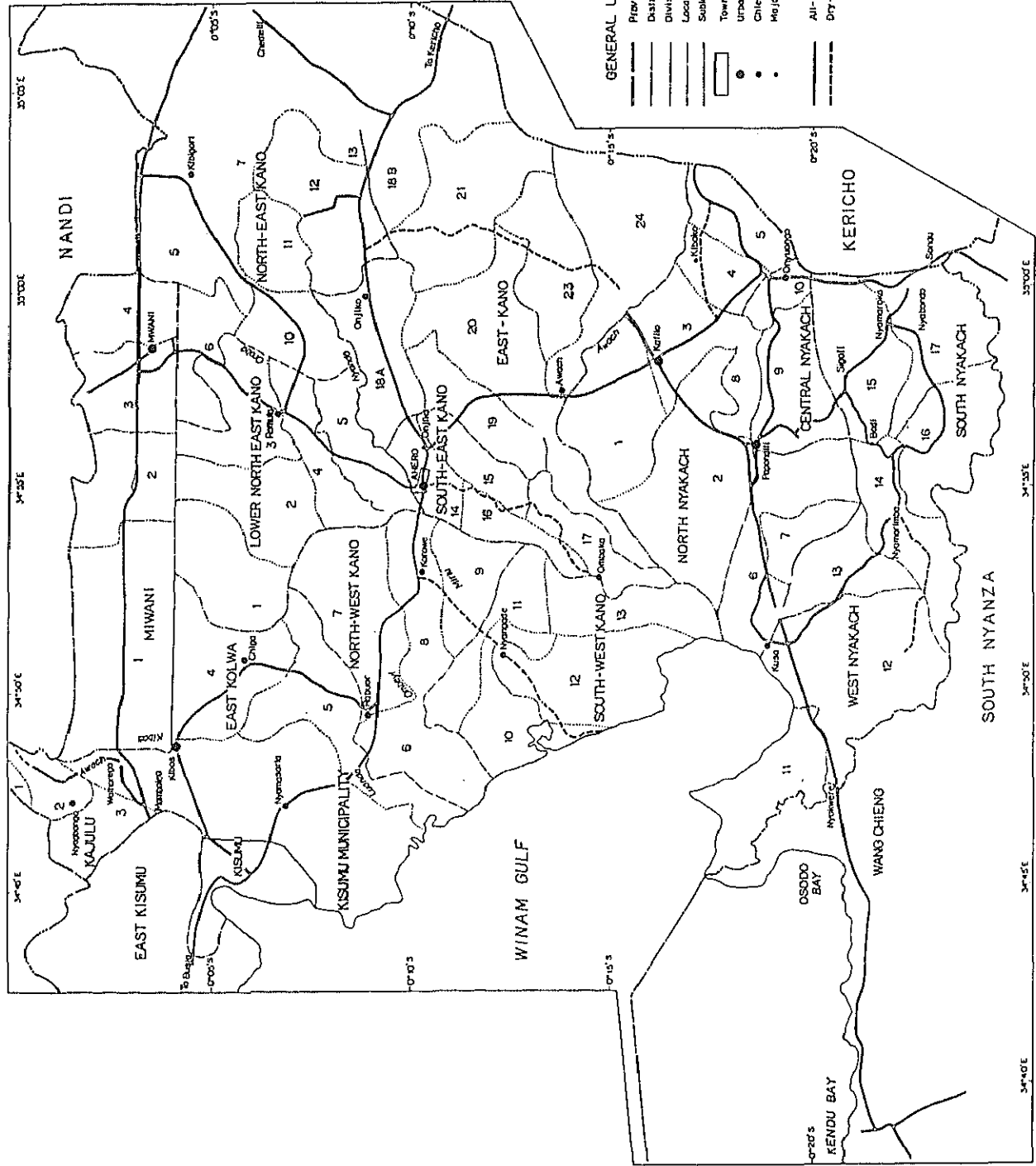
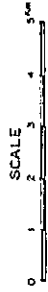
14. West Kadanga
15. East Koguria
16. Kajiibo
17. East Kadanga

SOURCE

Lake Basin Development Authority.
RDWSSP, Map 2. Administrative
Sub-division (1987 Situation)
Kisumu District, Sept. 1988.
Modified to 1990.

GENERAL LEGEND :

- Provincial boundary
- District boundary
- Divisional boundary
- Location boundary
- Sublocation boundary
- Town
- Urban, Rural centers / Divisional Hq.
- Chief's camp / Locational Hq.
- Major market centres
- All-weather roads
- Dry-weather roads



REPUBLIC OF KENYA
LAKE BASIN DEVELOPMENT AUTHORITY
KANO PLAIN IRRIGATION PROJECT

図 3-1
調査対象地域の行政区画図

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

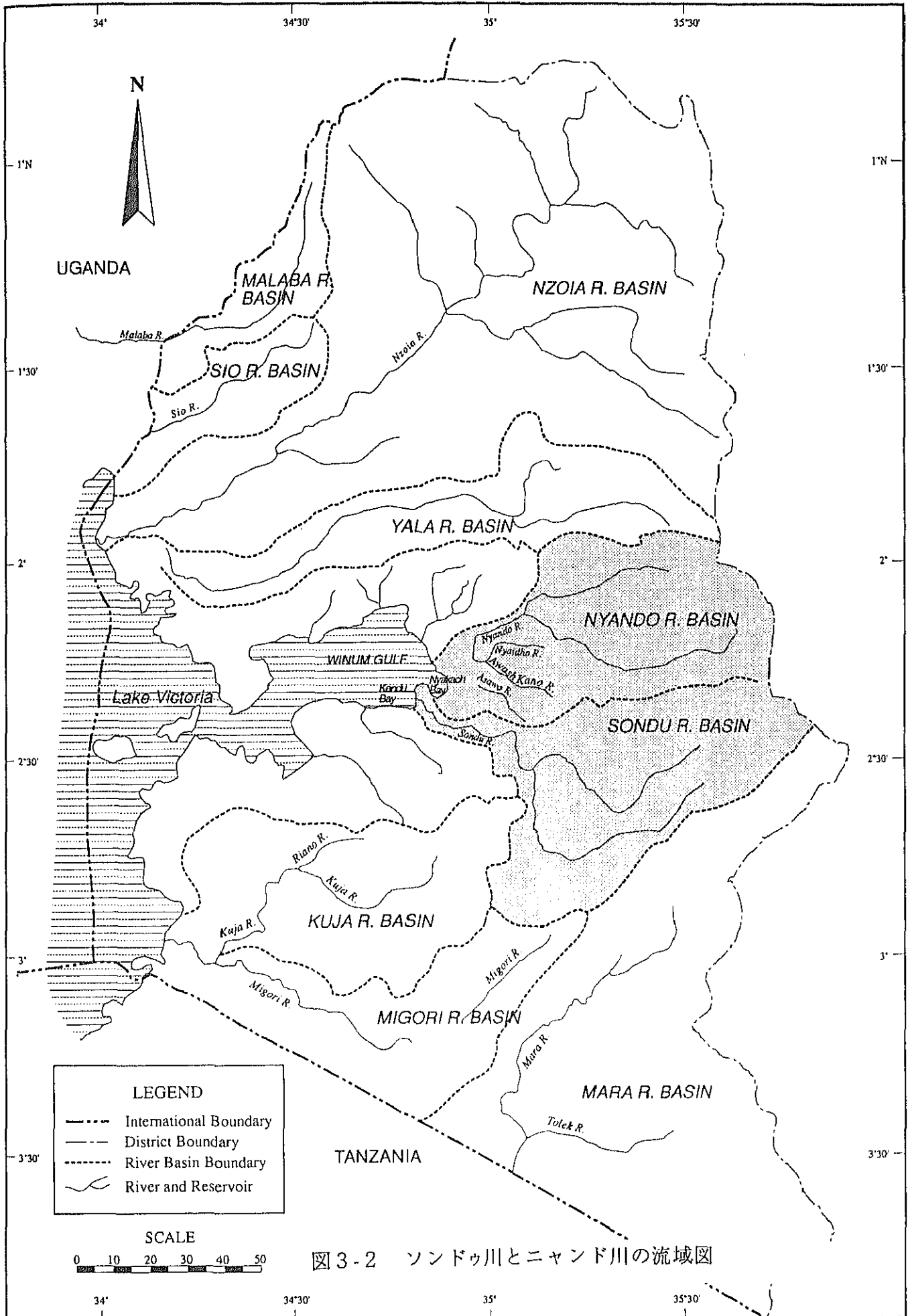
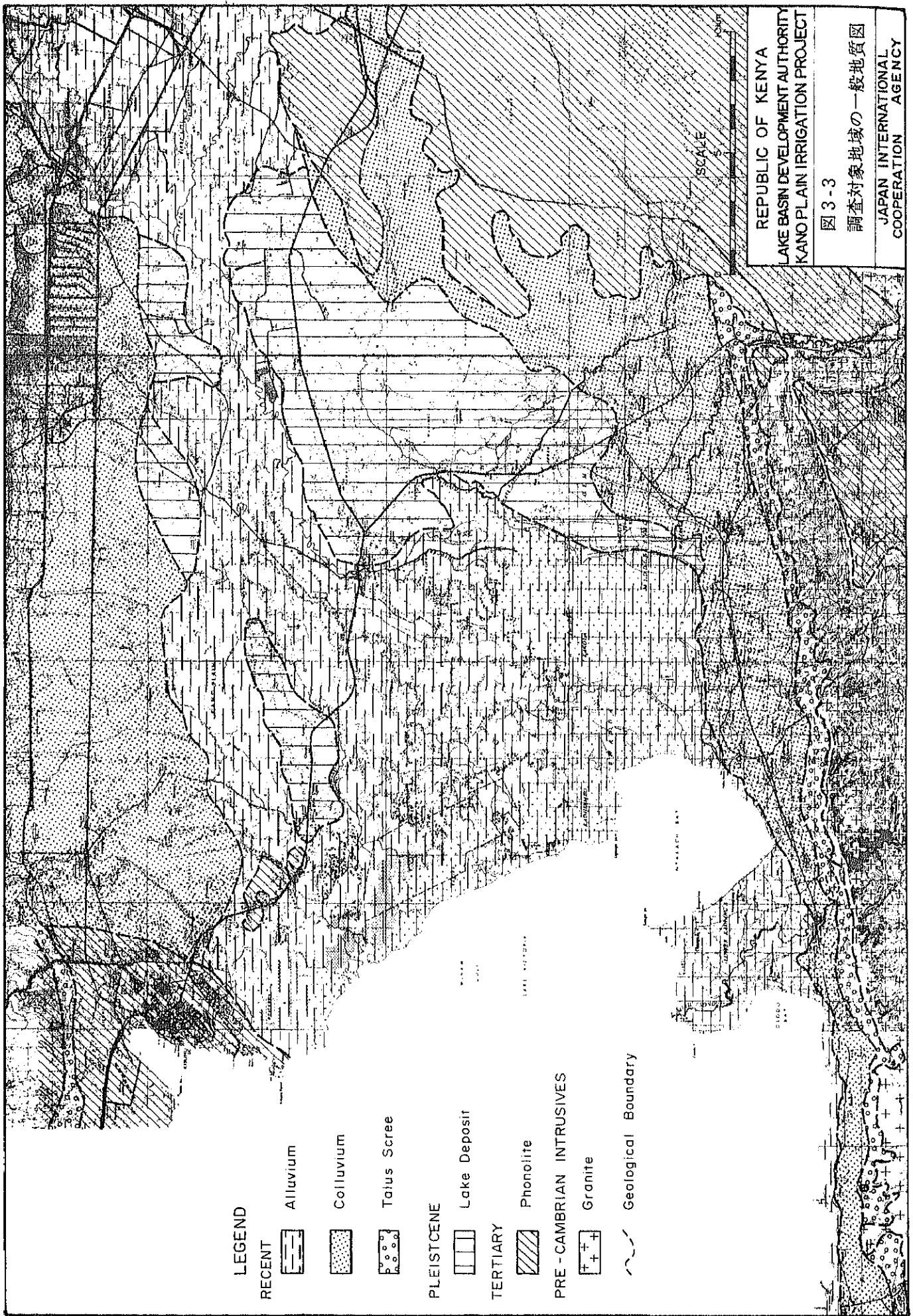
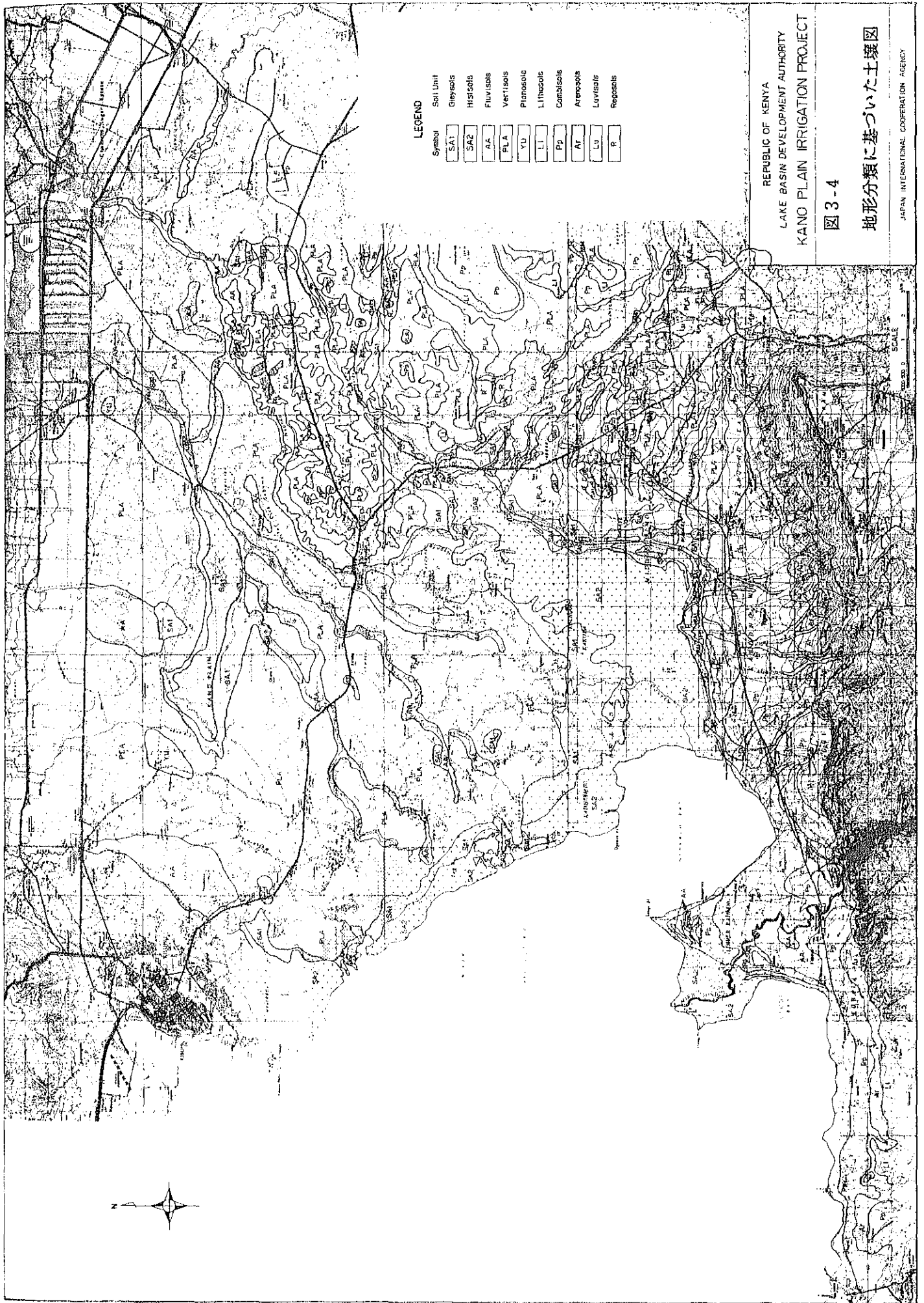


図 3-2 ソンドゥ川とニヤンド川の流域図





LEGEND

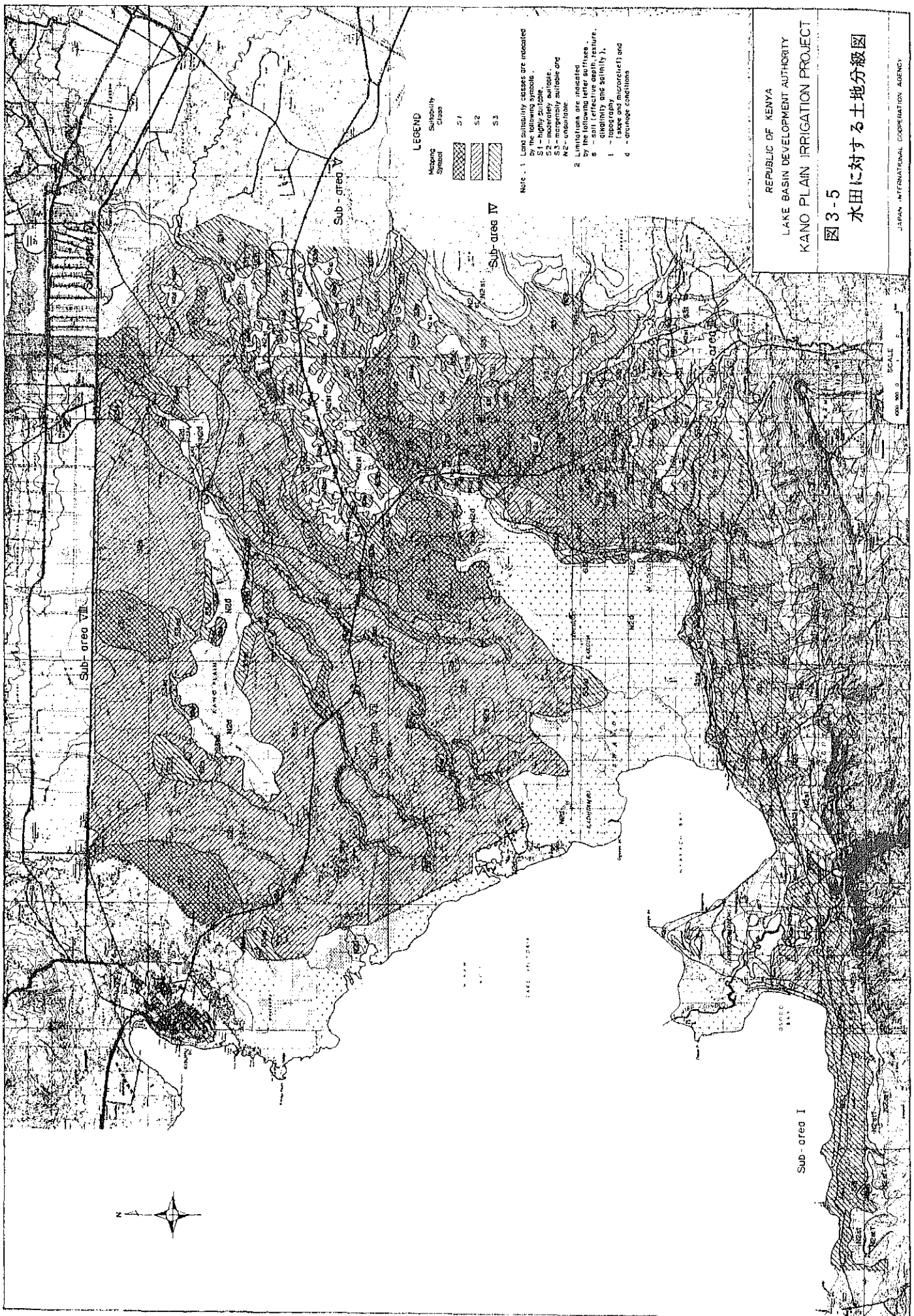
Symbol	Soil Unit
SA1	Claysoils
SA2	HISoils
AA	Fluvisols
FLA	Vertisols
YU	Planosols
LI	Lithosols
PP	Combisols
AT	Aprosols
LU	Luvosols
R	Regosols

REPUBLIC OF KENYA
 LAKE BASIN DEVELOPMENT AUTHORITY
 KANO PLAIN IRRIGATION PROJECT

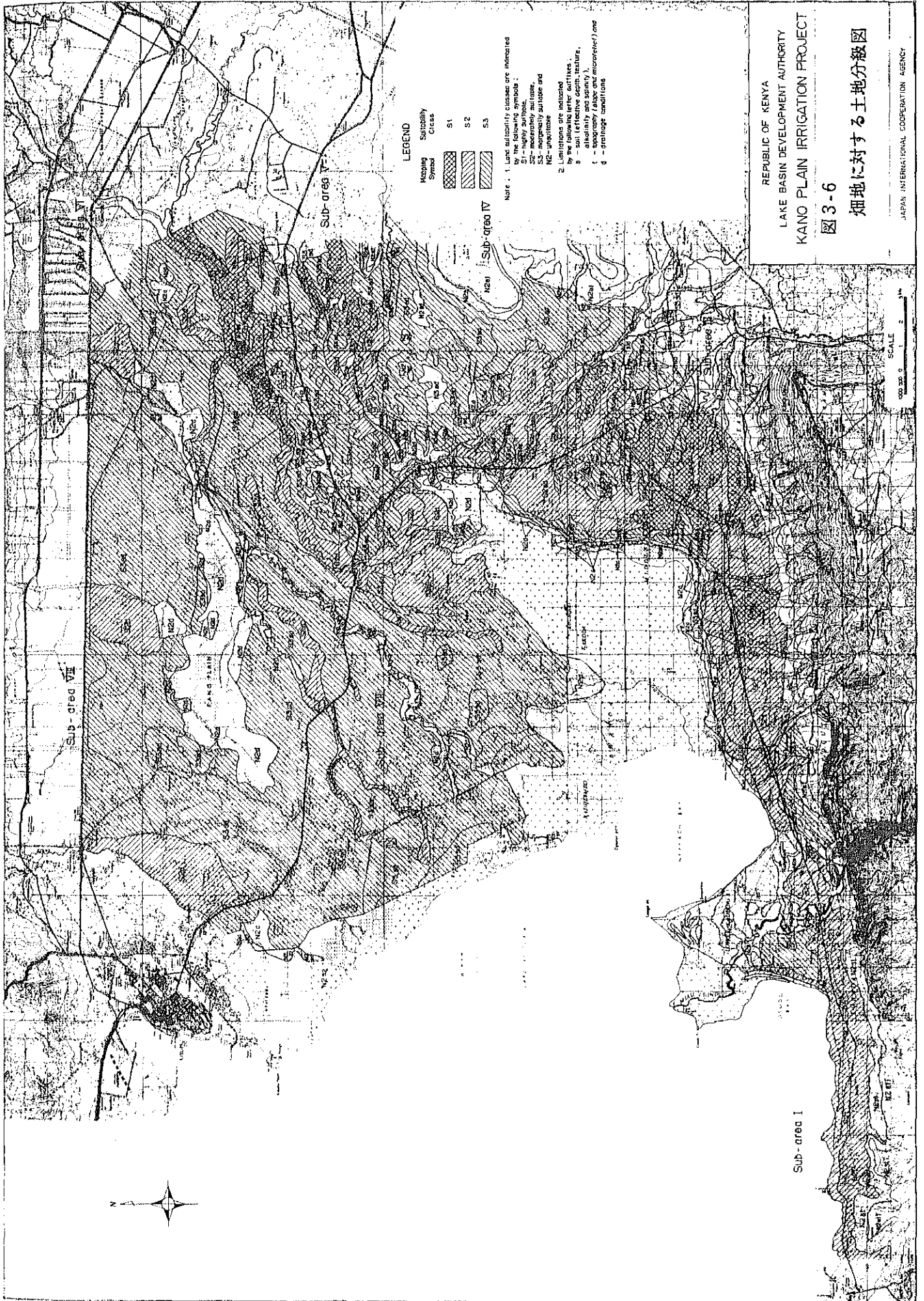
図 3-4

地形分類に基づいた土壌図

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



REPUBLIC OF KENYA
 LAKE BASIN DEVELOPMENT AUTHORITY
 KANO PLAIN IRRIGATION PROJECT
 図 3-5
 水田に対する土地分級図
 JAPAN - INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



REPUBLIC OF KENYA
 LAKE BASIN DEVELOPMENT AUTHORITY
 KANO PLAIN IRRIGATION PROJECT

図 3-6

畑地に対する土地分級図

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

LEGEND

Hatching Symbol	Suitability Class
(Diagonal lines from top-left to bottom-right)	S1
(Diagonal lines from top-right to bottom-left)	S2
(Diagonal lines from top-left to bottom-right, denser)	S3
(Dotted pattern)	NC

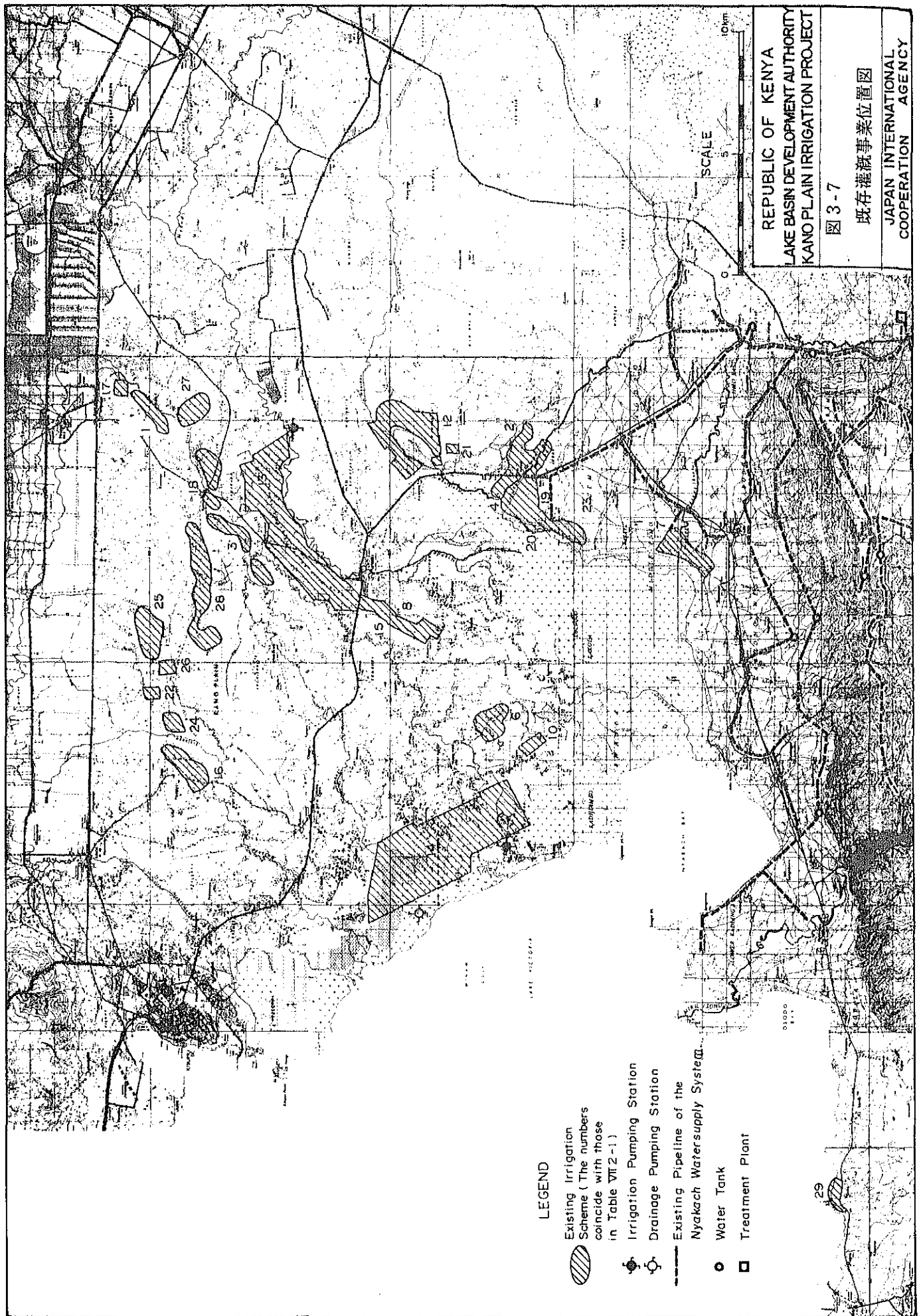
Note: 1 Late suitability classes are indicated by the following symbols:
 S1 - highly suitable,
 S2 - moderately suitable,
 S3 - marginally suitable and
 NC - unproductive

2 Limitations are indicated by:
 a - sal reflective depth, texture, alkalinity and salinity,
 t - topography (slope and microrelief) and
 g - drainage conditions









Sub-area I

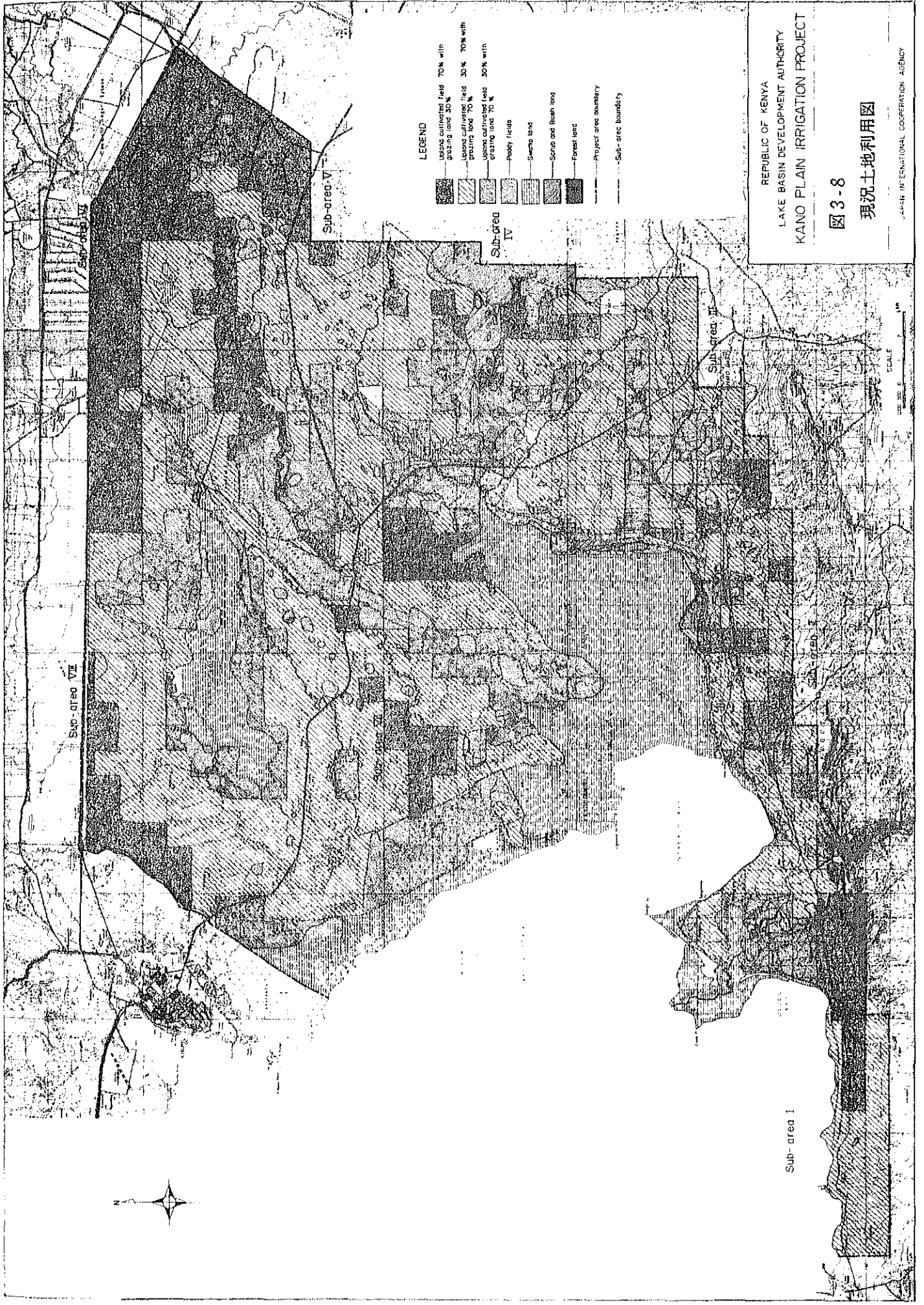
SCALE
 0 1 2
 KM



LEGEND

-  Existing Irrigation Scheme (The numbers coincide with those in Table VII 2-1)
-  Irrigation Pumping Station
-  Drainage Pumping Station
-  Existing Pipeline of the Nyakach Watersupply System
-  Water Tank
-  Treatment Plant

REPUBLIC OF KENYA
 LAKE BASIN DEVELOPMENT AUTHORITY
 KANO PLAIN IRRIGATION PROJECT
 图 3-7
 既存灌溉事業位置图
 JAPAN INTERNATIONAL
 COOPERATION AGENCY



REPUBLIC OF KENYA
 LAKE BASIN DEVELOPMENT AUTHORITY
 KANO PLAIN IRRIGATION PROJECT

図 3-8
 現況土地利用図

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

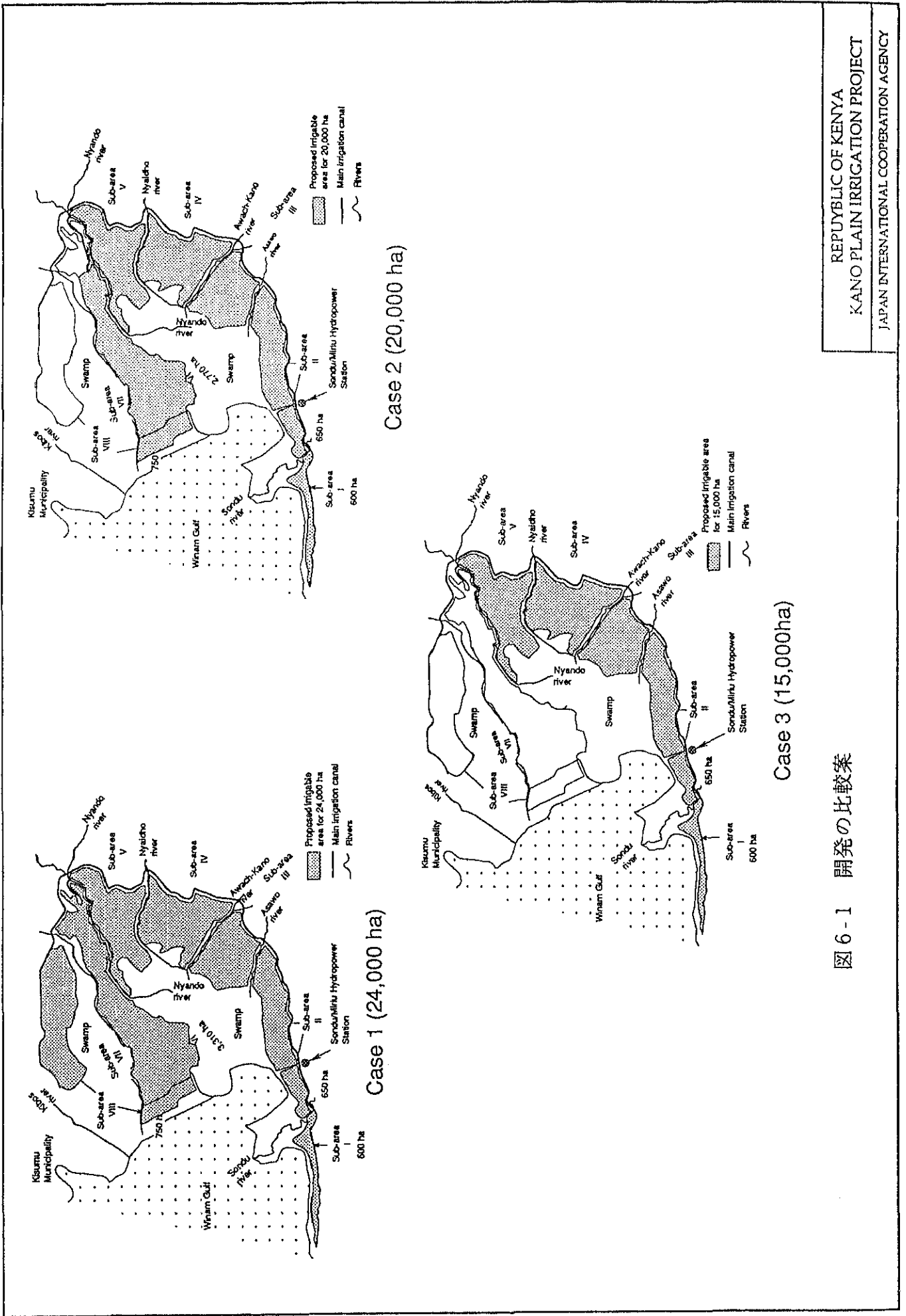


図 6-1 開発の比較案