

ケニア共和国
高等教育省

ジョモ・ケニヤッタ農工大学農場整備計画
基本設計調査報告書

昭和58年9月

国際協力事業団

JICA LIBRARY



1062693[5]

ケニア共和国
高等教育省

ジョモ・ケニヤッタ農工大学農場整備計画
基本設計調査報告書

昭和58年9月

国際協力事業団

国際協力事業団		
受入 月日	'84. 8. 22	407
		807
登録No.	13600	GRB

序 文

日本国政府はケニア共和国政府の要請に応え、同国ジョモケニヤック農工大学農場整備計画に協力することを決定し、国際協力事業団が本件調査を実施した。

当事業団は、昭和58年5月22日より、同年6月20日まで、岡山大学農学部島村和夫教授を団長とする調査団を同国に派遣し、同国政府関係者と協議を行ない、本農場整備計画の基本設計に必要な調査を実施し、ここに本報告書完成の運びとなった。

この報告書が本計画の推進に寄与するとともに、ジョモケニヤック農工大学における農学部の発展に寄与し、ひいては両国の友好親善に資すれば幸いである。

おわりに、本件調査に御協力いただいたケニア共和国及び日本国政府関係者の各位に深甚なる謝意を表する次第である。

昭和58年9月

国際協力事業団

総裁 有 田 圭 輔

1988.10.27
168000

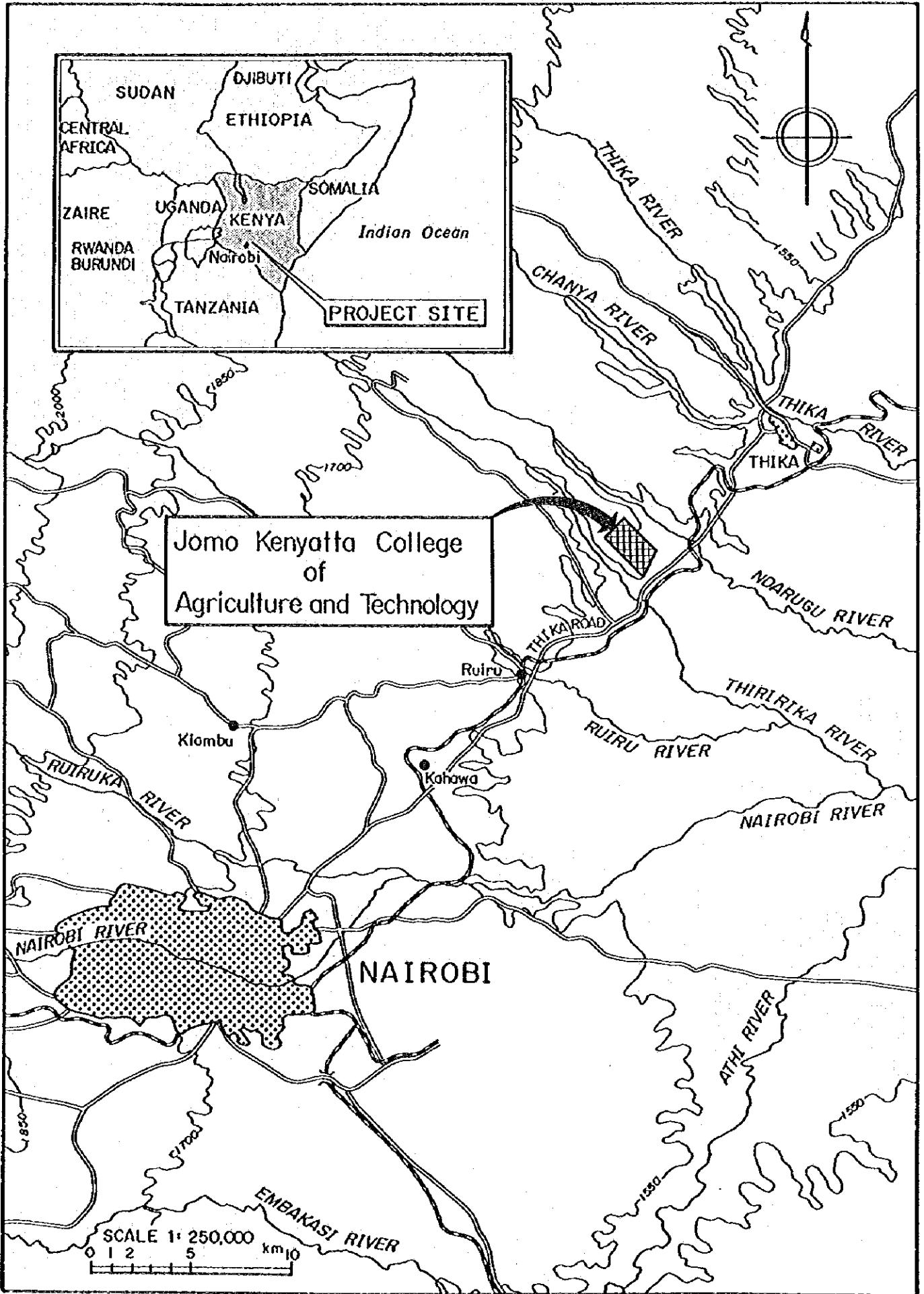


実験実習農場計画地区



ンダルグ川および取水地点

計画地区位置図



略号および略名称表

Length

mm : millimeter
 cm : centimeter
 m : meter
 km : kilometer

Area

m² : square meter
 km² : square kilometer
 ha : hectare

Volume

m^l : mililiter
 l : liter
 m³ : cubic meter

Weight

g : gram
 kg : kilogram
 ton (t) : ton

Time

sec (s) : second
 min. : minute
 hr : hour

Other measures

% : percent
 HP : horsepower
 °C : centigrade
 mm/hr : millimeter per hour
 mm/day : millimeter per day
 mm/month : millimeter per month
 m/sec : meter per second
 m³/sec : cubic meter per second
 m³/ha : cubic meter per hectare
 m³/day : cubic meter per day
 m³/min : cubic meter per minute
 l/sec : liter per second
 l/sec/ha : liter per second per hectare
 t/ha : ton per hectare
 m.d. : man day

r.p.m. : revolutions per minutes
 p.a. : per annum
 kW : Kilowatt
 Hz : Hertz
 V : Voltage
 El. : Elevation above mean sea level

Currency

K. Sh. : Kenya Shilling
 K. £ : Kenya Pound
 US\$: US Dollar
 ¥ : Japanese Yen
 K.£ 1.0 = K. Sh. 20.0
 US\$1.0 = K. Sh. 12.0
 K. Sh. 1.0 = ¥20.0

Others

JKCAT : Jomo Kenyatta College of Agriculture and Technology
 GDP : Gross Domestic Product
 FAO : Food and Agriculture Organization of the United Nations
 USDA : United States Department of Agriculture
 JICA : Japan International Cooperation Agency

要 約

ケニア国政府は、国家開発の重点施策の1つに実用的技術教育の普及をかね、農工業の技術教育機関としてのジョモ・ケニヤッタ農工大学 (Jomo Kenyatta College of Agriculture and Technology) の設立について、日本国政府に対し無償資金協力を要請した。これに応じて、日本国政府は昭和53年度から3年間にわたり同大学の設立に伴う施設の建設、資機材の供与に係る無償資金協力を実施し、さらに同大学の運営にあたっては、昭和55年度より5年間にわたる技術協力を実施中であり、現在、同大学は開校3年目を迎え多数の日本人専門家及び青年協力隊員の協力のもとに、学生総数600名を有するに至った。

しかしながら、農工大学設立時に計画された付属農場の整備は、ケニア国の財政逼迫による資金不足及び建設にかかる技術不足により滞っており、農学部のみならず農学部の必須科目である農場での実験実習は消化されていず、また、農場から得られる農作物をもとにして行う教室での実験にも重大な支障をきたしている。

このような背景から、ケニア国政府は、同大学付属農場の整備に関し、日本国政府に対し無償資金協力を要請し、日本国政府はこれに応え、同農場整備のための基本設計調査団を昭和58年5月22日より同年6月20日まで派遣し、現地調査を行った。

本計画の目的は、農学部の必須科目である農場での実験実習を行うことができ、室内実験のための実験材料を供給し、かつ技術開発のための基礎的な試験研究を行える付属農場に整備することである。

本農場の建設予定地は、ジョモ・ケニヤッタ農工大学敷地内北西側にある農場敷地144haのうち、中央部20haとした。この地区選定にあたっては、①農場の代表的地形、土壌であること、②将来、周辺部への拡張が容易なこと、③農場内の排水が可能なこと、④校舎からの交通の便がよいこと、⑤既設の校舎、寄宿舎等に農作業による悪影響がないこと、⑥当面実習等に必要とされる圃場規模等を考慮した。

この実験実習農場は、縦800m、横250mの長方形を成しているもので、これを1区画250m×160mの大きさに5分割する。この1区画については、土壌条件を良くした場合の実験実習に利用出来るように客土し、残り4区画については、深耕を行い散見する硬盤を排除する。

この実験実習農場のためのかんがい用水は、大学の東側を流れるンダルク川 (Ndarugu

river)よりポンプで揚水し貯水池に導いた上で実験実習農場に送ることとし、かんがいは、主にスプリンクラーで行う。

一方、排水は、大学敷地外からの流入水と農場内の過剰水の排除にわけ、前者は、敷地境界に外周排水路を設け既存のオープンディッチを通じ排水し、後者は、幹線排水路、支線排水路を設け上記オープンディッチに排水する。また、農道は、実験実習農場両側に幹線農道を、これと直角に結ぶ形で支線農道を、そして大学敷地の境界沿いに外周道路を設け、連絡用農道で幹線農道と結ぶこととする。また、必要な上水には、大学敷地内に2本の深井戸を掘り、これを利用する。

農場用付属建物として、農場管理棟、整備工場、倉庫を実験実習農場の南東側に、避難所を農場内に、それぞれ建設する。関連資機材については、農場維持管理用機械と実習用の農業機械を供与する。

本計画の実施機関である高等教育省は、本建設計画実施に対する全責任を負い、本計画に係る全ての政府諸機関および地方行政機関と業務上の調整を行う。また、計画を円滑に実施するため、プロジェクト実施委員会を設ける。

完成後の農場運営には農場の各部門長と学部の教官の協力がさらに必要とされる。

本計画実施による効果として

- 1) かんがい施設の設置、農道、排水路の整備により、通年かんがいが可能となり、農場の運営管理が安全かつ弾力的になる。
- 2) 土地の高度利用、小農経営を主体とした労働集約的営農方法を主眼とする本計画の実施により、従来のケニアの農業教育の面で手薄となっていた部分、特に実務教育面を強化できる。
- 3) 本農場で得られた試験、研究成果の普及による農業生産の向上、技術の普及を通じ地域社会の発展に寄与することができる。
- 4) 現在実施中の技術協力をより一層効果的に行なう事を可能とする。

以上により、本農場整備計画は、その施設規模、運営維持管理面とその利用目的を勘案し、妥当なものと判断され、本計画の早期実施が望まれる。

なお、本計画の概算事業費のうち日本国政府負担分として、779,000,000円が予定されている。

ジョモ・ケニヤッタ農工大実習農場整備計画
施設概要

項 目	数 量
I. かんがい排水施設および圃場 1. ポンプ機場：機場建屋 ポンプおよび電動機 送水パイプライン 2. 貯水池 3. 加圧ポンプ機場：機場建屋 ポンプおよび電動機 圧力水槽 かんがいパイプライン 4. 排水路：外周排水路 幹線排水路 支線排水路 付帯構造物 5. 農道：外周道路 幹線農道 連絡農道 支線農道 6. 圃場 7. ファームポンド	40 m ² 3 セット 1.4 km 82,000 m ³ 40 m ² 3 セット 18 m ³ 4.2 km 3,960 m 2,350 m 2,270 m 30ヶ所 5,630 m 2,500 m 1,560 m 1,000 m 5 区画計 20ha 5 区画のうち 1 区画 客土 7,700 m ³
II. 建物および設備 1. 農場管理棟 2. 整備工場 3. 倉庫 4. 避難所 5. 付帯設備 6. 井戸	1 棟延 800 m ² 1 棟延 300 m ² 1 棟延 200 m ² 2 棟延 100 m ² 1 式 2 本
III. 維持管理用機械および農業機械 1. 圃場造成、維持管理用機械 2. 農業機械	1 式 1 式

ジョモ・ケニヤック農工大学農場整備計画基本設計調査報告書

目 次	頁
序 文	
現場写真	
農工大学位置図	
略号および略名称表	
要 約	
第1章 緒 言	1
第2章 計画の背景	3
2-1 ケニア国及び農業の一般事情	3
2-2 ジョモ・ケニヤック農工大学	6
2-3 ジョモ・ケニヤック農工大学農学部の特徴	8
2-4 農場整備計画の背景	9
第3章 農場整備計画	11
3-1 計画地区概況	11
3-2 農場整備計画基本構想	12
3-2-1 実験実習農場の機能	12
3-2-2 農場整備計画	13
3-2-3 教科課程における農場利用計画	15
3-3 かんがい排水計画	18
3-3-1 水 源	18
3-3-2 利用可能水量	19
3-3-3 洪 水	20
3-3-4 かんがい用水量	20
3-3-5 かんがい方法の選定と間断日数	21
3-3-6 排水量	22
3-4 かんがい排水施設	23

	頁
3-4-1 貯水池	23
3-4-2 ポンプ機場	25
3-4-3 送水パイプライン	28
3-4-4 散水かんがい施設	29
3-4-5 排水施設	31
3-5 農道	32
3-6 上水供給施設	33
3-7 建物	34
3-7-1 農場付属建物	34
3-7-2 付属設備	35
3-8 維持管理用機械および農業機械	36
3-9 外周防護柵	37
3-10 工事費積算	37
第4章 事業実施体制	39
4-1 建設実施組織	39
4-2 建設計画	39
4-2-1 詳細設計	39
4-2-2 建設工程計画	39
4-2-3 建設方法	41
4-2-4 建設資機材	42
4-3 維持管理計画	43
4-3-1 農場運営維持管理組織	43
4-3-2 維持管理費	43
第5章 事業評価	45
第6章 結論と提言	46

付属資料

添付図面

付 表

	頁
表 2 - 1 大学運営委員会委員名簿	47
表 3 - 1 農場関連学科目	48
表 3 - 2 現況の農場職員および計画職員	49
表 3 - 3 農業徴収	50

付 図

図 2 - 1 大学組織図	51
図 2 - 2 J K C A T 地域の気象条件	52
図 4 - 1 建設工程計画	53
図 4 - 2 計画農場運営維持管理組織	54

第1章 緒 言

ケニア国政府は、国家開発計画の一環として実用的技術教育の強化を図るため、ジョモ・ケニヤック農工大学の設立を計画し、日本国政府に対し、同大学諸施設の建設について無償資金協力及び大学運営についての技術協力を要請した。日本国政府は、これに応え、昭和53年度より3ヶ年間にわたり総額48億円の無償資金協力をを行い同大学の校舎などの建物建設及び教育用資機材の供与を行った。さらに、昭和55年度より、多数の日本人専門家及び青年協力隊員を同大学に派遣し、5ヶ年間にわたる技術協力を実施中である。

さらにケニア国政府は、同大学の農場整備が、資金、技術両面の不足で滞っているため、この整備に係る施設建設について、日本国政府に対し無償資金協力を要請した。

日本国政府はケニア国政府の要請に応え、岡山大学教授島村和夫氏を団長とするジョモ・ケニヤック農工大学農場整備に係る基本設計調査団を昭和58年5月22日から同年6月20日の30日間にわたり現地に派遣した。

本基本設計調査の目的は、上記大学農場の整備に係る基本設計調査を実施し、計画の規模、概要を決定し、概略設計を行い、概算工事費の算定、実施工程の策定と、事業評価である。

本基本設計調査は、ケニア国における現地調査と日本国内での基本設計作業とにわかれる。現地調査内容は下記のとおりである。

- (1) 農場整備に関しケニア国政府関係者との協議
- (2) 農場整備に関し必要な情報及び資料の収集
- (3) 本計画地域内および周辺地域の現地踏査（取水場、送水管敷設ルート、排水ルート、その他）
- (4) 類似施設の視察
- (5) 調査結果の整理・解析
- (6) 農場整備施設の基本構想の策定

国内作業の項目は以下の通りである。

- (1) 農場整備計画の策定
- (2) 農場施設のレイアウトの決定

- (3) 農場整備施設の基本設計
- (4) 事業費積算
- (5) 建設計画の策定
- (6) 事業評価
- (7) 報告書作成

なお、調査団員構成および調査工程を付属資料-1に示す。

第2章 計画の背景

2-1 ケニア国及び農業の一般事情

ケニア国は、アフリカ大陸東部に位置し、インド洋に面し、赤道を中心に、北緯4度～南緯4度、東経34度～42度にまたがっている。国土面積は、582,650km²（湖沼等を除けば569,250km²、日本の国土面積の約1.6倍）で、東部はソマリヤ、北部はエチオピア及びスーダン、西部はウガンダ、南部はタンザニアに国境を接している。行政は、全国を8州にわけて行われている。首都はナイロビである。

ケニア国の人口は、1980年の推定で1,590万人、人口密度は28.9人/km²、人口の増加率は、3.9%（1970～80年平均）である。総人口の85%が農村人口であり、農村人口の地域的集中と低所得層の増加が問題となっている。都市人口は、総人口の15%にしかすぎないが、都市人口の増加率は、農村部からの低所得者層の人口流入により著しく高められており、人口2万以上の都市の平均人口増加率は1979年で対前年比約5%で、二大都市ナイロビとモンバサの増加率（7%）が特に高い。都市へ流入した人口の35～50%は、雇用の機会もなく都市周辺部にスラム地帯を形成している。農村部の貧困が都市問題を深刻化させているのが現状である。

ケニア国の経済は、1963年の独立以来1972年までは、国内総生産（GDP）の伸びも比較的高く、年平均6.6%を示した。この高度成長は、世界経済が比較的安定していたなかにあつて、植民地時代に整備されたインフラストラクチャ、ウガンダとタンザニアへの好調な輸出、政府と民間の活発な投資に支えられたものであつた。しかし、1973年以降は、石油の高騰による世界経済の落ちこみと、ケニア国の主要な外貨獲得源であるコーヒー価格の低迷により、成長率は鈍化し1972年～79年平均で4.1%となった。1980年の価格標示でGDPは、約60億米ドルで、1人当りに換算すると378米ドルである。GDPに占める製造業部門のシェアは、1978年～81年で12.7%から13.4%に上昇し、他方、農業部門のシェアは、同期間で36.0%から33.3%とやや減少している。GDPでの実質成長率は、1972年～78年の平均で、農水産部門は2.6%に対し、製造部門は10.7%である。

貿易収支の推移をみると、輸出が1972年には3億2,000万米ドルであつたが1980年には、12億4,000万ドルと約3.9倍になったのに対し、輸入は1972年で5億米ドルから

1980年26億米ドルと5.2倍となり恒常的な貿易収支の赤字がつづいている。貿易外収支を考慮しても、国際収支は、赤字であり、1980年度だけでも8億9,000万米ドルとGDPの15%に達しており、外貨の導入や国内の借入金によって補填されている。外国からの贈与、借款の欠損補填にしめる割合は、1970年の40%から1978年の46%と漸増している。

主要輸出産品は、コーヒー、茶、石油精製品で輸出全体に占める割合は、1970年で約50%、1978年で約67%である。コーヒーと茶だけの割合をみると、1970年34%、1978年で51%と、輸出の中で占める重要性は高まっており、ケニア国の貿易収支が農業部門の動向に左右されやすくなっている。主要な輸入品は、工業製品、石油、機械類であり、その中で最も大きな割合を占めるのは、石油である。石油精製品として輸出にまわす量をさしひいた実質の値では、1970年の約3,700万米ドルから、1980年には3億1,000万米ドルと約8.3倍に急増している。

1980年現在の労働人口は、約700万人である。そのうち雇用契約を結んでいる賃金労働者数は約100万人で、残りは、非賃金労働者として主に農業部門で働いている。失業率は約7%である。

土地の利用状況は、1978年で農耕適地として22,700kd、そのうち既耕地が4,800kd、草地が37,700kd、森林が18,740kd、砂漠等その他が490,110kdである。

ケニア国の経済の中で農業の占める重要性は、国際収支の面からも雇用人口の面からも極めて高いことは既に述べた通りであるが、ケニア国の農業の特色を列記してみると、①輸出作物の作付面積が増加し、食用作物の生産が低下しつつある。②全農地面積の50%が、1戸当り2ha以下の小農によって占められており、残りの50%が1000ha規模の大農である。③部族による保有地が、国土の79%を占めており、土地の有効利用が妨げられている。④農産物の価格決定が政府によって行われることが多い。以上の4点である。

ケニア国は独立後、経済と社会の総合的発展を促すために、5ヶ年計画をたて、それに沿って事業を実施している。第3次5ヶ年計画(1974/78)までは、工業化を主軸とした高度成長型の経済(成長率の目標を7%以上とした)が目指された。しかし、第1次石油ショックによる世界不況の到来で、高度成長の達成は阻まれ、計画全体の見直しが行われ、その上で農村開発を中心とした第4次5ヶ年計画(1979/83)が策定された。

第4次5ヶ年計画の目標は、「貧困の撲滅」である。目標達成のために、①農業、②

製造業、③教育、④インフラストラクチャ、⑤国防 の5部門の強化がうたわれている。さらにこれらは各部門毎に具体的な政策がたてられている。中でも農業部門は、総人口の85%を農村人口が占めていること、都市への食糧供給の役目を農業部門が担っていること、工業部門の発展が農村部の購買力に依存していること、の3点から最重点部門とされている。

農業部門に課せられた目標は、農村地帯に住んでいる多数の貧困者を労働力として吸収し、食糧自給と輸出農産物の生産拡大により国際収支の改善に寄与することである。この目標を達成するために農地と農地をとりまく農業基盤ならびに農業従事者の量的質的改善が目論まれている。農地とそれをとりまく農業基盤の量と質の改善とは、①ポテンシャルの高い既耕地の高度利用、②湿地や谷間の未耕地の開発、③乾燥地や半乾燥地の利用、④道路網、市場、通信手段等農業を行う上で必要不可欠な付帯条件の整備。などである。また農業従事者については、技術力のあるマンパワーの絶対数の不足に鑑み、①農業訓練センターの拡充と新設により農民の訓練を行う。②農事試験場と農工大学の拡充・新設により、高度な技術をもち農民の中核となり指導してゆける農業技術者を養成する、③ナイロビ大学の農学部を拡充し、研究者や国家政策を立案できる高級技術者を養成する。の3本を柱とし、1978年の農業技術者総数約2,000人を1983年には5,000人に増やすことである。

製造部門では、雇用の拡大と輸出品の増産のために、小規模な農村工業の創出に力点がおかれている。また、農業で必要とされる肥料や農業関連部門の強化も強調されている。

教育部門は、ケニア国がその独立以来もっとも力をそそいで来た部門である。第3次5ヶ年計画までで、初等、中等教育関係の整備が一区切りついたこと、社会の教育に対するニーズが、より実務的なものになったこと、以上の2点から第4次5ヶ年計画での教育部門は、実際にすぐ役立つ技術教育に力点がおかれている。具体的には、①初等・中等教育は量的にかなり満足されているので、卒業後すぐ役立つ技術を身につけさせるようにカリキュラムを変える。②高等教育、特に実務や技能教育は、数そのものが全く不十分なので、既設の農科大学の拡大と新設を強く推進する。③国家レベルで必要とされる高級技術者は、既存の総合大学の拡充で対処する。このうち、第2番目の高等教育にとりわけ、重点がおかれている。

第4次5ヶ年計画でみこまれている総予算額は、31億 2,000万ケニアポンドで、その中で教育関係に18.8%と最も多くさかれており、次いで土木部門と農業部門それぞれに13%ずつ割りあてられている。必要な財源については、国際収支の赤字が続いている中において、当初から外国の融資がみこまれている。最大の予算が割当てられている教育部門の予算の中で外国からの融資が占める割合は4.5%であり、土木部門では45%、農業部門では10%である。1981年の実績開発予算総額2億 8,200万ケニアポンド中、外国資金の占める割合は30%であった。ケニアの経済は、外国からの援助なくしては成り立たない状態である。

外国からの援助は、ケニア国の宗主国がイギリスであったこともあり、独立直後（1963年～64年）は援助総額の80%をイギリスが占めていた。しかし、70年代に入り、イギリスの占める比率は低下し（1973年で28%）、かわって多国間援助が増大し、1981年には60%を占めるようになった。もう一つの特徴は、共産国からの援助受入れがほとんどないことである。

2-2 ジョモ・ケニヤック農工大学

第4次5ヶ年計画の中で最重要項目とされた農業部門の振興には、絶対数が不足している農業技術者の養成及び農民の訓練が必須であり、そのため農業教育に必要な諸施設の拡充と新設が計画された。具体的には、農民の教育訓練のため既存施設の拡充と3ヶ所の訓練センターの新設、高級技術者については、ナイロビ大学の拡充を図ることとしている。また、中堅技術者の養成については、既存の農業研究訓練施設及びエジャートン農科大学の拡充を図るとともに、農業研究訓練施設2ヶ所と農工大学（ジョモ・ケニヤック農工大学）の新設を行うこととした。

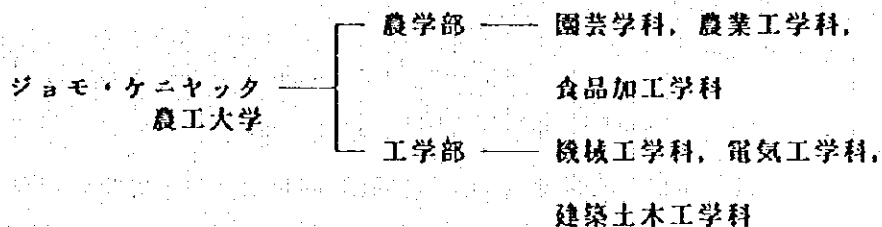
ケニア国政府は、上述のように農業教育の強化と関連施設の拡充・新設を5ヶ年計画に盛り込んだものの、その建設資金及び運営のための技術者の不足に悩まれ、ジョモ・ケニヤック農工大学の設立について、昭和52年、日本国政府に対し資金及び技術協力を要請した。日本国政府はこの要請に応じて、無償資金協力として同大学の建物施設の建設および資器材の供与を昭和53年度から3か年間にわたって実施した。昭和56年に農学部校舎、工学部校舎、管理棟その他が完成し、同年5月から第1期生の受け入れを開始した。また翌年3月には Moi 大統領を迎えて開校式が盛大に行われた。

日本国政府は上記無償資金協力に加えて、昭和55年度から5年間にわたる技術協力を開始し、多数の日本人専門家、協力隊々員を教官及び教官指揮者として派遣している。

ジョモ・ケニヤック農工大学は、その設立の目的として、下記の4項目を掲げている。

- (1) 有用な国民として必要な技術的能力を持つ青年を養成すること。
- (2) 農村地域における生産活動に従事できる途を青年に提供すること。
- (3) 青年に技術教育を行い人材不足に悩む分野に充当し国民経済の急速な発展を図ること。
- (4) 青年の生産活動に対する関心を惹起すること。

これらの目的に沿って、同大学には、農学部と工学部が設置されており、さらにそれぞれの学部には、下記の学科が含まれている。



学科の内容、学生数等計画の詳細を図2-1に示す。

大学の陣容は、学生700名、教官は120名及び一般職員150名の規模で計画されている。現在、在校生は、第1期及び第2期学生約400名、本年5月に入学した第3期学生約200名の合計600名であり、教授陣は、ケニア側教官75名、日本人専門家、協力隊員の約30名である。これに加えて、日本で教官研修中の者が15名おり、彼等が帰国した時点では、教授陣は計画数を満たすことができる。また、学長、副学長、大学運営委員会委員（表2-1参照）の任命も既に終わっており、大学は着々と整備されつつある。

なお昭和57年末に行われた進級国家試験の結果によれば、1、2期生の進級合格率は極めて高く、日本人専門家、協力隊々員による教育指導が高く評価されている。

2-3 ジョモ・ケニヤック農工大学農学部の特徴

ジョモ・ケニヤック農工大学農学部は、前述のように、農業開発計画の推進に必要な技術者の養成のための高等教育機関の1つとして設立されたものである。ケニアには、農業関連の高等教育機関として、既にナイロビ大学農学部、獣医学部及びエジャートン農科大学があり、ジョモ・ケニヤック農工大学農学部を含むこれら3機関は、ケニア農業教育体系の頂点に立つものであり、それぞれの特色を持つと同時に相互に補完協力しケニア農業の発展に寄与することが期待されている。

ナイロビ大学農・獣医学部は、修士・博士課程を持ち、実技よりむしろ基礎研究や高度な研究を重視した学部であり、学生数も170名程度と少ない。同大学農学部付属農場は、ナイロビ市の北西端部にあり、総面積は約200haである。この内耕地として利用されているのは約110haであり、その内訳は、約53haがコーヒー園場、約50haがバナナ、その他果樹、約5haが野菜、約2haが収集植物園となっている。その他は主として放牧用草地、建設敷地および道路などに利用されている。

同大学の農場は、教科の課程で学生の実験実習に利用されることはほとんどなく、教官、学生がそれぞれ個々の研究に一部を利用している。現行の農場運営スタッフは農場長の下に技能員6名、その他に機械修理工、トラクターオペレーター等が約15名、常雇140名が置かれている。これからもわかるとおり、農場運営スタッフには研究スタッフは含まれていない。農場は作付している作物、スタッフの職種から判断して、商業的な傾向にあると云える。

一方、エジャートン農科大学は、標高2,000m以上に位置する400haの展示農場および1,100haの経営農場を有し地理的特色を生かした北欧型大穀作農場あるいは大牧場方式の短期実技訓練施設として発足したものであり、単科大学に昇格した後も、実技修得を主体とした教育を行っている。現在、700名の学生を受け入れ、中堅農業技術者の養成を行っている。

ジョモ・ケニヤック農工大学農学部は、上記両大学の間間的な技術教育、即ち、基礎理論の習得、実用的な試験研究及び実験実習による実技訓練をとおして中堅農業技術者の養成を行うことを目指している。同大学は、標高では、エジャートン農科大学より低く、また、半乾燥地帯に位置し、首都ナイロビという大都市の近郊にある。このような事から、ジョモ・ケニヤック農工大学農学部は、地域の特性を生かし、かつエジャート

ン農科大学の教育内容で比較的手薄な園芸及び熱帯性作物の生産と管理に重点をおく園芸学科、生産物の利用と加工を扱う食品加工学科、小農経営を主体とする集約的農業管理に必要な土壌の保全技術及びかんがい排水技術を重視する農業工学科を有している。さらに工学部が併設されているため工学に関する分野についても農学部学生に教育の機会が与えられていることは、巾広い農業技術教育を主目的とする同大学農学部の特徴を一層高めている。

2-4 農場整備計画の背景

ジョモ・ケニヤック農工大学農学部の教育目標は、農業開発を実際に推進する中堅農業技術者の養成であるが、単なる技術訓練にとどまらず応用力をも身につけさせるための基礎理論の習得とそれにとまらぬ実験や実習、さらに、実用的な試験研究が重視されている。実験実習の一部は室内でも行われるが、大部分は付属農場を使用して行う必要がある。このように、実験実習農場は、農学部の教育に於て不可欠なものである。

農工大学設立当初から、実験実習農場の重要性は認識されており、その整備が計画されていたが、主にケニア国の財政逼迫による大学予算の不足により農場整備は滞ったままとなつている。参考として、過去2ヶ年の大学予算を示すと下記のとおりである。

年 度	大学全予算 (K £)	農場関係予算 (K £)	農場予算 の割合
1981/82	432,184	0	0%
1982/83	802,935	10,000	1%

(K £ 1.0 = K. Sh. 20.0)

このように、農場関係予算は、1981/82年年度は全く認められておらず、また1982/83年度は、若干計上されているものの大学予算の1%強であり、農場整備を行うには余りにも少ない。尚、大学側からの聞き取り調査によると、1982/83年度は、年度末までに大学側が受領した額は、認可された予算の1/4程度であり、このことからケニア国財政の逼迫が推測される。

開校以来すでに3年目を迎え、農学部は、最終学年である3年生迄の全学生を擁しているが、農場の不備により実験実習による教育が滞っており、前述の教育目的が達成さ

れるかどうか危ぶまれている。また、農場の不備は、農産物を材料として行う室内実験・実習にも大きな影響を与えており、さらに、日本人専門家・青年協力隊員のこれらの分野に関する円滑な技術協力にも重大な支障を生じている。

ケニア国政府は、このような農場整備の重大性と緊急性の観点より、それにかかわる資金及び技術協力を日本国政府に対し行ったものである。

第3章 農場整備計画

3-1 計画地区概況

(1) 農工大学の地理的位置

ジョモ・ケニヤッタ農工大学は首都ナイロビ市とティカ市を結ぶティカ道路沿い、ナイロビの北東約40kmの地点に位置している。行政的には中央州キアンブ県ジュジャ郡に属する。大学周辺の地形は、アベルダル山脈を頂としてヤッタ平原に広がるゆるやかな斜面である。その斜面の土地利用形態は、高度別に、①山岳森林に接する集約的農業の営まれている地帯（標高約1,600～2,200m）、②中部のコーヒープランテーション地帯（標高約1,500～1,700m）、③比較的高度の低い所にあるサイザル麻プランテーション地帯（標高約1,500m付近）の3つに分けることができる。当大学は、後者2地区の境界に位置し、平均標高は1,550mでサイザル麻プランテーションの跡地に建設された。大学の敷地は北東から南西に向けて台形状にひろがっており、面積は205haである。農場用敷地は大学敷地の北西部144haである。

(2) 土 壌

ケニア国政府の土壌調査の結果及び本調査における踏査確認の結果によれば、農場敷地内の土壌は部分的に鉄石硬盤が露頭している所もある。また一方では粘土質で土層の深さが2m以上に達する所もあり、土壌は変化に富んでいる。農場敷地144haの内で作物の栽培に適するのは、敷地中央部を含めた約75haである。この75haの土壌も化学性、物理性とも悪く土壌の改良が必要である。特にチッソ、リン酸を補給し、また糞肥、堆厩肥等の有機質を施し土壌の化学性、物理性を改良しながら順次高度な利用に移行して行く必要がある。Kenya Soil Surveyにより実施された農場敷地内の土壌調査の詳細は付属資料-3に述べた。

(3) 気 象

当地区の気象の特徴は、年間気温較差が小さいこと、雨期が2期（3月～5月、10月～12月）に分かれていることである。月平均気温は、最高が28℃（3月）であり最低が12℃（12月）である。年降雨量は約900mmであり、そのうち80%が3月～5月、

10月～12月に集中して降る。主な気象条件を図2-2に示す。

3-2 農場整備計画基本構想

3-2-1 実験実習農場の機能

当実験実習農場の備えるべき機能を、当農学部の設定の目的に基づき、利用目的別に分けると概略以下のとおりである。

(1) 教育用

教科課程の中で必要となる実験や実習を行う。これは教室で習った原理や理論を実際に確かめること、また実習を通じて技術を体得させる事が主体となる。農学部の教育内容は、実験実習を重視しており、講義科目130科目の内、約80科目が実験実習を伴うものとなっている。この内農場を利用して実験実習を行う科目は約40科目となっている。科目の詳細を表3-1に示す。

(2) 技術開発・試験研究用

ケニア国の農業開発に必要とする技術の研究開発、特に地域的なものとして都市近郊における既耕地の高度利用、半乾燥地における最適作物や品種選定、最適作付体系・営農方式・栽培技術の開発、地力の増進や維持など実用試験研究のために農場を利用する。また、これらの基礎となる作物生理、作物保護、作物栄養、農地工学、かんがい、その他の基礎研究を行う。これは、ジョモ・ケニヤック農工大学農学部設置の目的と教育方針に合致し、エジャートン農科大学などには見られない当農学部的一大特色となる。さらにまた試験研究を通じて農民が現場でかかえている問題の解決策をみつけることができ、地域とのつながりを深めることもできる。

(3) 実験実習用材料の供給

大学の室内で行う実験実習用材料、あるいは食品加工（農産・畜産）の実験実習に必要な材料を農場から随時供給出来るようにする。食品加工の実験実習には色々の動物を必要とするが、それらの飼育を行う。またこれら動物の飼育を小農経営体系の中に取り入れることにより、食生活の向上、また堆厩肥などを作って地力の増進・維持等にも役立たせることができる。

(4) 見本展示

実験実習、試験研究、研究成果の実証等を行う過程においてこれらの活動そのものが技術の見本展示となる。そして、これらの活動に使用される農業機械、施設、あるいは収集され栽培される多種多様な作物や植物なども良い見本となる。また、土地と労働の集約的利用のモデルとして、今後のケニア農業開発の一つの方向性を示唆することになろう。

3-2-2 農場整備計画

農工大学当局は、かねてより、実験実習農場の整備計画を作成しており、それによると、農場敷地 144haのうち比較的土壌条件の良い75haについては園芸作物及び普通作物の栽培を主体とした実験実習及び試験研究に利用することとしている。また、残り69haについては、防風林、放牧場、農業機械運転練習場、あるいは各種大学施設の建設用地に供する計画としている。現在は、農場敷地中央部を木柵で囲い、雨期に天水依存により、トウモロコシ、豆類などを栽培し、乾期は放置している状態である。また周辺は自生の草原のまま牛の放牧地としている。しかし、基盤整備はほとんど行われていないため、雨期には排水不良で農業機械の搬入すら困難な状態であり、また、かんがい施設、道路等も不備であり、大学農場としての機能を果たしていない。

本計画における農場整備は、上記既存の整備計画、農場の現状等を踏まえ、さらに、実験実習農場の利用目的を充分勘案し行うこととした。農場の設置位置は、土壌条件・地形・管理の便等を考慮し、現在木柵で囲い作物栽培に使用中の場所とし、また、農場面積は20haとする。

日本における大学付属農場の規模を参照した場合、その実圃場面積はほぼ20ha位であること、また利用目的も、高度な研究から学生の実験実習にまで利用されており、当農場の面積として20haは妥当なものと判断される。尚、日本における大学付属農場の規模は下に示したとおりである。

大学名	農場総面積	耕地面積 ^{△3}	建物敷地その他
東京大学	(ha) 27.4 ^{△1}	(ha) 19.9	(ha) 7.5
東京農業大学	32.5 ^{△2}	20.2	12.3
筑波大学	51	20.1	30.9

注 △1 : 果樹園 3.9haを含む。
 △2 : 学生の実習に主に使用される本場のみ。
 △3 : 実圃場面積。ビニールハウス、温室等も含む。
 なお、各大学の農場総面積には演習林の面積は含まれていない。

実験実習農場の形状は、使用の便を考慮し、農場敷地全体のほぼ中心になるよう縦 800m、横 250mの長方形とする。さらに、実験実習農場は、かんがい及び管理の便のため、また、土壌改良の段階的实施などを考慮し、1区画 4ha (250m × 160m) の大きさに農道により区分し、全体を5区画とする。土壌改良は、1年間に1区画ずつ実施し、順次園芸及び普通作物を作付する。年次ごとの作物の種類、作付面積の計画は下記のとおりである。尚、土壌改良が進むにつれて、飼料作物の作付面積が減少することになるが、飼育家畜頭数を考慮し、実験実習農場以外の農場敷地内で作付を継続することとしている。

年次	園芸・普通作物	飼料・緑肥作物
	(ha)	(ha)
1	4 ^{△1}	16
2	8	12
3	12	8
4	16	4
5	20	0

注 △1 : この4haについては圃場造成時に、埴壤土を客土する。

実験実習農場の造成は、5区画全体に対し心土破砕耕を施し、膨軟とするとともに、農機等の利用に支障をきたす石塊等は除去する。5区画の内1区画に対し、敷地外から良質な埴壌土を搬入客土し、高度な利用あるいは試験研究などに使用する。

当農場は多雨地帯から少雨地帯への移行地帯にあり、図3-1に示すとおり雨期が2回ある。その雨期に年降雨の約80%以上が集中している。雨期といえども天水だけでは作物の用水量に満たないためかんがいが必要である。雨の降り方は、時間的に集中して降るので、排水不良の所には、排水施設も必要である。農業機械等の安全運行、農場管理のため農道が不可欠である。また、日常の農場生活用水、野菜の洗浄、家畜の飲料、畜舎管理、農機具の洗浄などのために上水の供給が必要である。さらに実習前、実習中の講義のための教室、農機の維持管理およびその実習のための整備工場、資機材保管の倉庫などの付属建物が必要である。この農場周辺は野性動物が多く作物などへの被害を防ぐために農場敷地周囲に防護柵を設ける必要がある。

3-2-3 教科課程における農場利用計画

当農学部の設定目的は既に述べたとおり、実験実習などに重点を置いた技術教育である。農学部各学科の教科課程において、実験実習を必要とする科目数は次表に示したとおりである。これによれば、農学部の授業総科目数約130科目の中で農場を利用した実験実習を必要とするのは約40科目である。なお、これには食品加工学科の科目は含まれていない。食品加工学科の実験実習は農場を直接利用することはないが、農畜産物の加工等の材料供給源として農場に大きく依存している。

農学部は本年から最終学年の3年生を擁するに至り、農場を利用した実験実習の必要性も極限に達している。現在農場施設未整備のため、これらの実験実習はコーヒー研究所、あるいはテイカの園芸試験場などの政府研究機関や民間の農場等を見学することなど、あるいは未整備の農場敷地内で一部農業機械の実習などによって消化されている。政府の研究機関等も交通の不便さ等から、利用出来る数も限定され、また先方の都合により利用可能な時間も不安定なものである。実習内容も、見学するのみで実際的な実習や実験は行えず、その効果も低いものと推測される。

本計画によって当農場施設が整備された後は、教科課程で必要とされる実験実習の

ほとんどが当農場を利用して実施することが可能となり、遠く離れた政府研究機関の見学等に費やされていた時間的な損失も解消され、効果的な実験実習が可能となる。

	1 年	2 年	3 年	計
農業工学科：				
1. 授業総科目数	16	16	15	47
" 時間数	920	900	720	2,540
2. 実験実習科目数	14	11	10	35
" 時間数	800	700	540	2,040
授業総時間数に 対する割合 (%)	87	78	75	80
3. 農場関連科目数	2	4	10	16
" 時間数	120	260	540	920
授業総時間数に 対する割合 (%)	13	29	75	36
園芸学科：				
1. 授業総科目数	19	18	16	53
" 時間数	920	920	610	2,450
2. 実験実習科目数	11	10	5	24
" 時間数	660	700	340	1,700
授業総時間数に 対する割合 (%)	72	76	56	69
3. 農場関連科目数	7	9	5	21
" 時間数	420	640	340	1,400
授業総時間数に 対する割合 (%)	46	70	56	57
食品加工学科：				
1. 授業総科目数	12	10	7	34
" 時間数	840	840	840	2,520
2. 実験実習科目数	7	6	7	20
" 時間数	620	680	660	1,960
授業総時間数に 対する割合 (%)	74	81	79	78
3. 農場関連科目数	食品工学科で農場を直接使用しての実習はないが、 食品加工の実習は、ほとんどが農場生産物に依存し ている。			

出所：Syllabi for the Faculty of Agriculture, march, 1983, JKCAT.,
Pilot Farm, Report IV, march, 1983, JKCAT.

3-3 かんがい・排水計画

3-3-1 水源

ジョモ・ケニヤック農工大学付近を流れる河川は、大学西側のティリリカ川 (Thiririka river) と東側のンダルグ川 (Nadarugu river) である。両河川には、数ヶ所水位観測所が設置されており、最も農場に近い所にある観測所は、ティリリカ川の3B05 (ジョジャ市より5km下流)、ンダルグ川の3CB5 (ジョジャ市より15km下流) で、両観測所とも1950年代から水位を観測している。両観測所の水位観測データをもとに水源の決定を行った。両河川とも乾期 (1~3月, 8~10月) と雨期 (4~7月, 11~12月) では、流量がかなり変動する。とりわけ顕著な事は、ティリリカ川は、乾期に時々干上がることである。ンダルグ川が干上がったことは、観測記録を見る限りない。また、ティリリカ川には、水利権が多数みとめられており (18ヶ所, 総取水量66 l/sec), 水資源省での調査によっても、新規取水がみとめられる可能性は少ない。従って、農場用かんがい水の取水源は、ンダルグ川とした。ンダルグ川の源は、標高2,600mのキナンゴッブ (Kinangop) 高地である。この川は、細長い溪谷を形成し、農工大学のすぐ北東側を流下し、ティカ道路と交差した後、東側に向きをかえ、ムンユ (Munyu) 村の付近でアチ川 (Athi river) と合流する。全河川長は、約65kmで、農工大学地点まで約50km, 農工大学地点より合流点まで約15kmである。集水面積は、水位観測所3CB5地点で312km², 平均河川勾配は1/65である。

3CB5で得られた26年間分の月別平均流量を、以下に示す通りである。

月別平均流量

(単位: m³/sec)

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	平均
流量	1.46	1.36	1.55	4.88	8.87	4.57	2.44	1.51	1.13	1.34	3.57	3.61	3.0

流量の比較的ゆたかな月は、4月~7月と11月~12月であり、流量の少ない月は1月~3月, 8月~10月である。平均流量が最大になるのは、5月 (8.87m³/sec) 最小になるのは、9月 (1.13m³/sec) で、年平均流出量は、94,610,000m³である。

3-3-2 利用可能水量

ンダグ川は、農工大学付近では農場より50m低い所を流れているので、ポンプでかんがい用水をくみあげる必要がある。くみあげ地点での利用可能水量は、3C85での月別最小流量の観測記録（1971年～82年、12年間）をガンベル最小値分布法で確率統計処理し、集水面積比で取水地点での流量に換算した。確率は、再現期間10年を基準とした。

揚水地点での確率による月最小流量の推定値

(単位：m³/sec)

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	平均
流量	0.271	0.196	0.242	0.253	0.577	0.795	0.587	0.492	0.385	0.224	0.334	0.435	0.399

農場用かんがい水のくみあげにあたっては、揚水地点より下流側の既存水利権と、新規取水権を守らなければならない。現地調査によると、既存水利権は4ヶ所、総取水量は0.024 m³/secで、新規取水計画は、ジュジャ市への給水計画があるのみである。ジュジャ市への給水計画では、日量2,300 m³が見込まれている。一方、ジョモ・ケニアック農工大学は、実験実習農場へのかんがい用水として、乾期（1月～3月、8月～10月）日量1,000 m³の取水申請を水資源省に提出している。この乾期 1,000 m³/day の取水が可能か否かを、水収支計算を行って検討した。

水収支 (再現期間:10年)

(単位：m³/sec)

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	平均
河川流量	0.271	0.196	0.242	0.253	0.577	0.795	0.587	0.492	0.385	0.224	0.334	0.435	0.399
取水額 ^①	0.102	0.102	0.102	0.130	0.130	0.130	0.130	0.102	0.102	0.102	0.130	0.130	0.116
かんがい揚水額 ^②	0.023	0.023	0.023	—	—	—	—	0.023	0.023	0.023	—	—	—
差 違	0.146	0.071	0.117	—	—	—	—	0.367	0.260	0.099	—	—	—

注 ①：既存水利権とジュジャ市の給水計画による取水量

②：農工大学による申請取水量

水収支計算の結果、乾期1,000 m³/day のくみあげは、可能である。

3-3-3 洪水

農場は、河川の水面より約50m高いところにあるので、洪水による被害は想定しなくてよい。しかし、ポンプ場は、ソググ側の右岸の平坦部に建設するので洪水位の検討が必要である。洪水流出に関してのデータがないので、3CB5の水位記録を確率処理し、その結果をポンプ場付近の洪水痕跡から推定される洪水流量と比較検討し、洪水位を推定した。洪水は100年に1度発生する洪水を想定した。確率による洪水流量は、揚水予定地点で45.2m³/sec、水位で1,501.0mとなる。ポンプ場の設計にあたってはこの洪水位を用いた。

3-3-4 かんがい用水量

農工大学および農場周辺には、かんがい用水量に関する資料が皆無なので、気象資料をもとに経験式を用いて推定した。気象データは、農工大学の北東約10kmのところにあるティカの気象観測所のものを用い、経験式は、ペンマン式を用いた。基礎蒸発散量の計算結果は以下の通りである。

基礎蒸発散量

(単位: mm/day)

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	平均
計算値	5.5	6.2	6.2	4.7	4.3	3.9	3.4	3.8	4.7	5.4	5.0	5.5	4.9

作物消費水量は、基礎蒸発散量に作物の各成育段階で、作物係数をかけて求めるのであるが、実測値が無いこと、実習用であり、単一の作付けにはならない点を考慮し、FAOのマニュアルに従って、年間を通じて1.15とした。有効雨量の評価は、FAOのマニュアルに従った。算定する上での基準年は、10年に一度発生する連続旱天日数が観測された年を選び、河川の流量が増加する雨期のはじめから、乾期のおわりまでの12ヶ月間について算定した。純用水量から粗用水量への換算は、かんがい効率80%（水適用効率85%、搬送効率95%）と仮定して計算した。計画基準年

は、1981年11月から1982年10月迄、その年の連続旱天日数は、90日である。計算結果を次表に示す。

粗かんがい用水量

月	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
季節	雨期		乾期			雨期				乾期		
基礎蒸発散量 (mm/day)	5.0	5.5	5.5	6.2	6.2	4.7	4.3	3.9	3.4	3.8	4.7	5.4
作物係数	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15
作物消費水量 (mm/day)	5.8	6.3	6.3	7.1	7.1	5.4	4.9	4.5	3.9	4.4	5.4	6.2
月別作物消費水量 (mm)	174	195	196	199	220	162	152	135	121	137	162	192
有効雨量 (mm/month)	46	53	0	0	0	116	49	11	10	8	11	114
純用水量 (mm/month)	128	142	196	199	220	46	103	124	111	129	151	78
粗用水量 (mm/month)	160	178	245	249	275	58	129	155	139	161	189	98

粗用水量は3月で最大となり、4月に最小となる。

3-3-5 かんがい方法の選定と間断日数

かんがい方法は、立地条件（土壌の種類、土地の傾斜や等高線の状態等）、経営条件（作物条件、かん水労力等）、経済条件（施設費、経常費等）を考慮して決定した。圃場の土壌は、砂壤土で、土地の傾斜は平均6パーセントで、起伏が多い。平均風速は、1~3.5 m/sec ではほぼ東から風が吹く。水源水量が限られているため、水の損失が少ないかんがい方法を選ぶ必要がある。植えつけられる作物が、実習用・実験用・デモンストレーション用と多種多様で、こまかなかん水が可能なかんがい方法でなければならない。かん水技術からみると、地表かんがいは地表面を流して配水するので、均質なかん水を維持するのが困難である。経済条件は、実験

実習農場が、農工大学という教育訓練機関の付属施設であるという点を考えるならば、重要な要因とはならない。以上の点から、スプリンクラーかんがい方式を採用した。また実験という点を特に考慮し、スプリンクラー以外のかんがい方法（点滴かんがい等）も一部可能なように設計した。農工大学周辺のコーヒー園、果樹園のかんがいはスプリンクラーで行われており、スプリンクラーかんがいがケニアに於いて、特殊なかんがい方式になるという杞憂はない。ただケニア全体を見るならば、地表かんがいが可能な地域があるので、この実験実習農場で地表かんがいに必要な基礎データの収集や実験を行うことは重要である。

畑地かんがいは、通常輪番区を決めて輪番に間断かんがいを行う。1回の純かん水量は、作物の有効根群域と、作物の水分吸収割合から、全容易有効水分（T.R.A.M.）を推定して求めた。農工大ならびにその周辺では、必要なデータが無いので、「かんがい施設の評価方法」（U.S.A. 農業部発行）に従った。

算定に用いられた条件を以下に示す。

1. 有効圃場容水量：1.67cm/10cm,
2. 有効根群域の平均深度：約40cm,
3. 上層1/4での有効圃場容水量は、T.R.A.M.の40%とする。

1回の純かん水量の推定値は41.8mmである。1回の粗かん水量は、水適用効率85%より、49.2mm、最短間断日数は、ピーク消費水量（7.1mm/day）で割って5日となる。

かん水強度は、土壌の没入度、1日の労働時間等、下記の点を考慮して決定した。

1. 1回の粗かん水量は、49.2mm。
2. 1日の労働時間内で、2回散水する。
3. ベーシックインテークレートは圃場の傾斜と土壌の性質より12.7mm/hr（「かんがい施設の評価方法」より）とする。

計算結果は12.3mm/hrである。

3-3-6 排水量

実験実習農場は、畑地であり、できるだけ滞水を避けなければならない。また、周辺は、畑あるいは野原で降雨時の貯留効果は期待できない。排水は地表排水とし、

5年に1度の降雨でおこる流出水を排水するものとする。日降雨量のデータは、農工大学の北西6kmの所にあるカライニ降雨観測所の降雨データを用い、マクマッスの式より算定した。マクマッスの式を下に記す。

$$Q = 2.3 \cdot C \cdot i \cdot S^{1/5} \cdot A^{4/5}$$

Q = 洪水流量 (ℓ/sec)

C = 地域特性係数 (=0.3)

i = 洪水到達時間内の降雨量 (mm/hr)

S = 流路勾配

A = 集水面積 (ha)

農場外の集水域は、1/50,000の地形図より、農場内の集水域は、現地測量で作成した地図を参照して地域わけした。計画排水量を表に示す。

排 水 量

排 水 地 域	計画基準雨量 (mm/hr)	排水面積 (ha)	排 水 量 (m ³ /sec)
(農工大農場外)			
農工大北西部地域	19.6	165	1.11
グイー・ベンパール農場 農工大北東地域	19.6	70	0.56
(農 場 内)			
農場の北東側	19.6	65	0.53
農場の南西側	19.6	54	0.45

上記の排水量を用いて、排水組織の設計を行った。

3-4 かんがい排水施設

3-4-1 貯水池

(a) 貯水池容量

ジョモ・ケニヤック農工大学から申請が出されている取水量1,000 m³/day では、

乾期（1月～3月、8月～10月）のかんがい水量を賄うことはできない。従って、貯水池を設ける。

貯水池の容量は、各月別の水収支計算を行って決定した。水収支計算の一覧表を次に記す。

水収支 (20ha)

月	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
季節	雨期		乾期			雨期				乾期		
粗用水量 (mm/month)	160	178	245	249	275	58	129	155	139	161	189	98
日換算粗用水量 (m ³ /日)	1,067	1,148	1,580	1,779	1,775	387	832	1,033	897	1,039	1,260	632
蒸発量 ^{∠1} (m ³ /日)	123	129	148	162	168	120	106	92	78	92	126	146
漏水損失 ^{∠2} (m ³ /日)	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
降雨量 ^{∠3} (m ³ /日)	88	93	0	0	0	258	94	17	20	16	19	225
小計 (m ³ /日)	1,142	1,224	1,768	1,931	1,983	289	884	1,148	995	1,155	1,407	593
申請取水量 (m ³ /日)			1,000	1,000	1,000					1,000	1,000	1,000
不足量 (m ³ /日)			768	981	983					155	407	0
粗取水量 (m ³ /日)	2,486	2,568	1,000	1,000	1,000	289	884	1,148	1,514	1,000	1,000	1,000

注 ^{∠1} : 貯水池からの蒸発量は、クラスAパンの 0.7とした。

^{∠2} : 貯水池の底・側面からの漏水損失は、1mm/日とした。

^{∠3} : 貯水池41,000m³で受けとる降水量

貯水池の容量は、上表より乾期（1月～3月）の不足分の全量82,000m³をためるように決定した。

(c) 貯水池の概略設計

建設費の削減をはかるため、農工大学建設時にできた掘削跡地を利用して、貯水

池を建設する。貯水池の主要な諸元は以下の通りである。

1. 貯水面積 41,000 m^2
2. 高水位水面高 1,550 m
3. 低水位水面高 1,548 m
4. 平均有効水深 2.0 m
5. 盛土の堤頂高 1,550.50m, 堤頂巾 9.0m, のり面勾配 1 : 2, 盛土全長 900m, 内部法面コンクリートライニング
6. 余水吐の高さ 1,550 m

その他の付属構造物については、添付図面に示す。

3-4-2 ポンプ機場

貯水池への送水のためティカ道路との交叉点からングルグ川 1.3km上流の右岸にポンプ機場を設ける。取水地点での水位の観測記録は皆無なので、3-3-3に述べたように、水位観測所3CB5の水位記録をもとに推定し、洪水痕跡から推定される洪水流量と比較検討し、洪水位を求めた。100年に1度発生する洪水の推定水位は1,501.0 mである。また、低水位については、10年に1度おこる高水流量の水位を用いて設計した(推定水位 1,496.7m)。

ポンプ機場は、ポンプ、ポンプ場建屋、吸水槽、吸込管と送水管からなる。

ポンプの容量は、3-4-1で述べた1月から3月に発生するかんがい用水量を雨期11月、12月で貯水池に送水し貯留できるポンプとした。ピーク揚水量は、12月に発生し、24時間運転で1.78 m^3/min である。ポンプの日運転時間は、農工大学の労働時間と投資効率を基案し、ピーク時の12月で12時間運転とした。従って、設計揚水量は、3.56 m^3/min とした。その場合、11月は11.6時間/日となり、その他の月は、1.5~7.2時間/日と、労働時間内で操作できる。ポンプの台数の決定にあたっては、水位が低下した時、吸水槽内での急激な水位変動により空気を混入することのないように、また、あやまって全ポンプを稼働させた場合にも、ポンプの駆動装置等に無理な負担がかからないように選んだ。以上の点を考慮して、1.78 m^3/min のポンプを2台、同容量の予備のポンプ1台、計3台を設置する。

ポンプの揚程は、吸込管と吐出し管の水理特性によって大きく変わる。後述のよ

うに吐出し送水管の管径を比較検討して 300mmのパイプを採用した。その結果、全揚程は、以下の通りとなる。

計画ポンプ揚水量： 1.78 m³/min

送水管長： 1,400 m

送水管径： 300 mm

吸込管径： 200 mm

全損失水頭： 6.7 m

実揚程： 53.3 m

全揚程： 60.0 m

ポンプの型は、以下の3タイプから比較検討して選定した。

型 式	揚水量 (m ³ /min)	全揚程 (m)	適用水質	特 徴
片吸込みうず巻 ポンプ	1.0 ~ 2.4	7 ~ 100	濁水・清水	広範囲にわたり適応可 分解・点検容易
両吸込みうず巻 ポンプ	2.6 ~ 14	6 ~ 115	工業用水 濁水・清水	吸込性能高い。 過大水量でも動力超過なし
片吸込み 多段うず巻 ポンプ	0.1 ~ 3.4	20 ~ 140	清水	水量・揚程など使用 条件に応じて最適機種が選 択できる。

両吸込みうず巻ポンプは、揚水量1.78m³/minのものは特注となり、コスト高である。片吸込み多段うず巻ポンプは、構造が複雑で、濁水に不適であり、分解点検もむずかしい。片吸込みうず巻ポンプは、吸込み性能で、両吸込み型より劣るが、これは、ポンプ据えつけ位置を下げることにより解決できる。以上の点から、本計画では片吸込みうず巻ポンプを採用する。ポンプを駆動する原動機としては、取り扱いやすさや設備費経常費の低廉さから電動機を用いる。電動機の諸元は以下の通りである。

出力： 37 KW

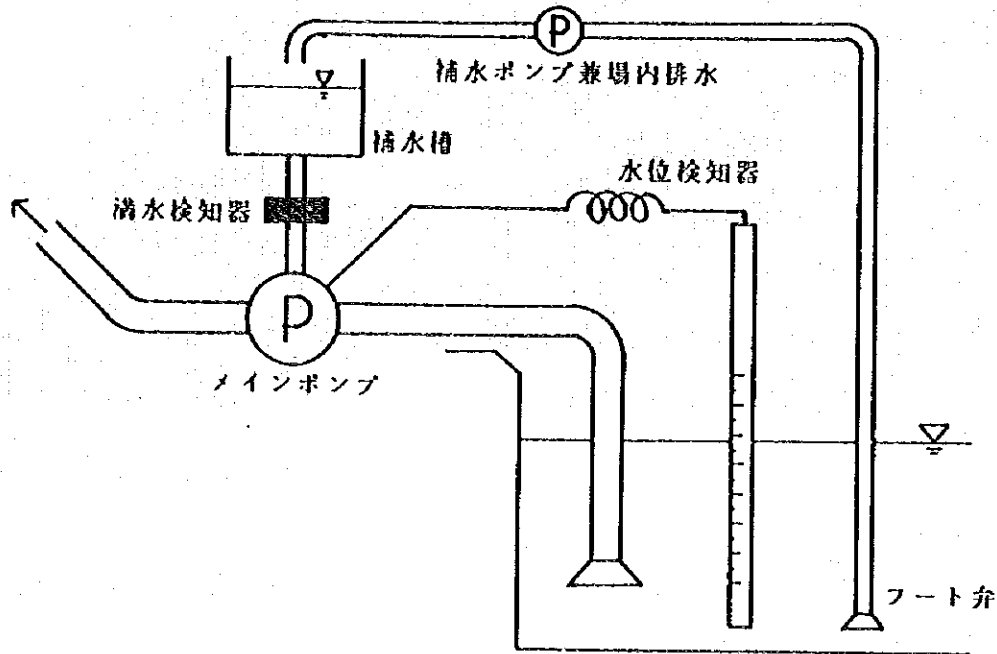
型 式： 三相誘導密閉カゴ型

周波数： 50 サイクル

回転数： 1,500 r.p.m.

ポンプの運転・管理は、ワンマンコントロール方式を採用した。すなわち、ポンプを運転することの可否は人間の判断により決め、水位の検知等を機械に行わせる。

システムの模式図を下に示し、あわせて操作手順を記す。



仕切弁をしめていることを確認

補水ポンプの起動スイッチを投入

↓

補水槽に水を満たす

↓

補水槽よりメインポンプに注水する

↓

ケーシング内が満水、メインスイッチを投入

(満水でない場合はスイッチは作動しない)

↓

吸水槽内水位が、計画水位以下に低下した場合は、自動的にメインポンプの

スイッチが切れる。(吸水槽内水位が、計画水位以下の場合はスイッチは作動し

ない。)

停止の場合、仕切弁を閉じ、スイッチを切る。

瞬間停電の場合、逆止弁でポンプを保護し、再通電の場合、自動的に弁がひらき、送水が再開される。

ポンプの制御は、建屋内に制御盤を設け集中して行なう。その他付属設備として、受電設備、吐出側に量水計を設ける。

ポンプ建屋は40m²で、ポンプの配置等は、添付図面に示す。吸水槽ならびに導水路の位置もあわせて示す。導水路終端部にはちりよけ格子を設ける。

3-4-3 送水パイプライン

ポンプ機場より、貯水池までの送水はパイプを用いて行う。送水管の路線は添付図面に示す。路線の選定は、①技術的に可能であり、②経済性にもすぐれ、③社会問題をおこさないという3点から決定した。技術的には、農場とングルグ川を結ぶ路線は、地形・地質の点からみて、開水路、パイプいずれも技術的に可能である。路線占有幅から言えば、開水路が大でパイプが小である。ングルグ川から農場への送水ルートは、①農場の北西端とングルグ川を直線で結ぶルート、②大学建設時できた掘削跡地とングルグ川を既存道路沿いに結ぶルートの2つについて検討した。①については、距離は最短であるが、このルートは私有地を通るため、土地の取得が必要となる。たとえ路線占有幅の小さいパイプラインでも、建設時には搬入路を設け、建設後は送水路の維持管理のために道路を残しておく必要がある。私有地は、主にコーヒー園と畑地であるがいずれも、土地は譲歩しないと、土地の使用許可の条件としてかんがい水を分水せよという要求があった。従って、①のルートについては、土地の取得、持償問題経済性等を考慮した場合、送水路の路線としては、不適當である。②については、幅約7mの道路があり、建設機材の搬入路として使用でき、送水路建設後の管理道路としても使用できる。道路の中心から幅10mずつ計20mは、公有地であり、既存の道路幅を除いた約13mについては、公共事業省に許可申請すれば土木構造物を設けることができる。送水路としては、開水路の場合地形的にみて路線占有幅が上流部で20m近くなるので採用できず、パイプラインを採用した。また、この路線について、ジョモ・ケニヤッタ農工大より、公共事業省

あてに、道路沿いのパイプライン埋設の申請が出され、受理されている。

ポンプ機場より既存道路平坦部終端までの傾斜地は、サドルサポートを設け地上配管とし、道路平坦部終端より貯水池までは、既存道路沿いに埋設配管する。送水管の総延長は約 1,400m である。管径については、径 250mm, 300 mm, 350 mm の 3 種について経済的・技術的に比較検討を行った上で、径 300mm を採用した。埋設配管部 900m については、強度大で、耐食性にすぐれ、経年変化も極めて少なく、施工の容易なダクタイル鉄管とした。傾斜部の地上配管部 500m については、コンクリートサドルサポートとコンクリートスラストブロックで固定する。管体の接合はフランジ継手とし、経済的観点から鋼管とした。また、露出部の適所に伸縮継手を挿入する。パイプラインに発生する異常な圧力変動を軽減・排除して管路の安全をはかるため、水撃圧緩衝装置としてサージタンクを設ける。また、パイプライン内に混入した空気を排除するため、路線の高位部 2ヶ所に空気弁を設ける。

3-4-4 散水かんがい施設

(a) スプリンクラー

実験実習農場のかんがい方式は、前述のようにスプリンクラー方式とした。配管網の概要位置図は添付図面に示す。作付区域割が、農工大の研究・教育の進展に従って変化することが予想されるので、給水管路を定置式とし、散水支管を可搬式とする準可搬式散水かんがい方式とした。散水器は、一般的に用いられている回転式スプリンクラーを用いる。

散水かんがいの各回の粗かん水量と間断日数は、それぞれ 3-3-5 で算定した 49.2mm/day, 5日間断を用い、1日の作業時間を 8時間とした。作業時間内で散水支管を 2回移動し、1回の散水時間を約 4時間とした。輪番方法は、4ha に分割された各区画の 1/5 つつを 1日の散水でまかない、5日間で区画全体のかんがいを終了させる。散水支管間隔と散水器の間隔は、散水強度、1散水器当りの散水面積、散水支管の移動回数を考慮して、それぞれ 12.5m, 10m とした。1散水器当りの容量は約 26ℓ/min のものを選んだ。全組織容量は、4,300ℓ/min である。幹線給水管は、実験実習農場の北東側と南西側境界幹線道路沿いに埋設する。埋設深は 0.6m 以上とする。2本の幹線給水管を支線給水管で連結する。支線給水管は、

実験実習農場内支線農道沿いに埋設する。幹線給水管は、農場用建物敷地のすぐ北側で合流し、既存の溝沿いに南向きに走り、オープンディッチの所で東側に向きを転じ、ディッチ沿いに貯水池の西端に設けられる加圧ポンプ機場に至る。給水管の管種は、使用圧、経済性・施工性、耐久性の点から硬質塩化ビニル管とした。散水支管は、移動、運搬に便利で、運搬、貯蔵による破損をうけがたいもの、侵食されにくく錆びにくいものという点を考慮して、アルミ管とした。

管路付属の諸装置として、給水栓、仕切弁、空気弁、排泥弁を設ける。管路その他の装置の諸元は以下の通りである。

主 要 諸 元			
項 目	様 式	個数又は長さ	
幹線給水管	塩化ビニル管	2,870 m	
支線給水管	〃	1,330 m	
散水支管	アルミ管	1,640 m	
給水栓		100ヶ所	
仕切弁		15ヶ所	
空気弁		6ヶ所	
排泥弁		3ヶ所	

(b) 加圧ポンプ機場

貯水池から農場への送水は、貯水池の傍に加圧ポンプ機場を設けて行う。散水器の所要ノズル圧力を得る方法としては、配水槽によるもの、圧力水槽によるもの、ポンプ直送によるものがあるが、農場内に配水槽式とするのに必要な高さの得られる高地がなく、ポンプ直送式では、運転操作はすべて人間がやらねばならず、かん水労力費がかさむ上、ウォーター・ハンマー、エア・ハンマーによる施設の損傷が生じやすいので、本計画では圧力水槽式を採用した。圧力水槽式の利点をまとめると、①加圧ポンプの起動、停止が簡便、②散水器の噴射圧力をほぼ一定に保つことができる。③管路内のウォーター・ハンマーを吸収する。④極めて少量の水利用の際の頻繁な断続運転を緩和する。の4点であり、本計画に適合する。

加圧ポンプ機場は、貯水池の南西端に設ける。加圧ポンプ機場は、吸込管、吸水槽、ポンプ、ポンプ操作盤、建屋、圧力水槽からなる。

ポンプの容量は、ポンプの運転時間を8時間とし、 $4.3\text{m}^3/\text{min}$ とする。ポンプの全揚程は約50mである。ポンプの台数は、農場での散水量の変化にすみやかに追隨できるよう $2.15\text{m}^3/\text{min}$ のポンプ2台、同容量の予備のポンプ1台、計3台とする。機種の設定は、片吸込みうず巻ポンプ、両吸込みうず巻ポンプ、片吸込み多段うず巻ポンプ3種を比較検討して、片吸込みうず巻ポンプを採用した。駆動する原動機は電動機である。

電動機の諸元は以下の通りである。

出力：37KW

型式：三相誘導密閉かご型

周波数：50サイクル

回転数：1,500r.p.m

ポンプの操作、圧力水槽への送水管理は、建屋内に制御盤を設け、集中して行う。ポンプ建屋は40 m^2 で、ポンプの配置等は、添付図面に示す。加圧ポンプ機場に隣接して圧力水槽を設置する。圧力水槽の容積は、断続運転の給水量 $4,300\ell/\text{min}$ 、断続運転時のポンプの休止時間を5分、計算における圧力水槽位置における押し上げ総揚程を44mとして算定した。計算された圧力水槽の容量は18 m^3 である。圧力水槽の付属装置として圧力開閉器を設け、圧力水槽内の圧力が所定の圧力範囲内に収まるよう自動的に電動機の運転を調整する。

3-4-5 排水施設

排水組織は、外周排水路、幹線排水路、支線排水路から成る。大学の敷地外からの流入水を排水するための外周排水路は2本、そのうち1本は、大学敷地の北東側境界に沿って設け既設排水路に連結する。もう1本は、敷地の南西側境界沿いに建設し、育苗畑の北側のファームポンドに排水する。幹線排水路は、実験実習農場の北東側、南西側境界にそれぞれ1本ずつ建設する。幹線排水路に直角に6本の支線排水路を設け、農場からの余剰水を幹線排水路に排水する。牧草地からの排水を、既存のディッチに流し込むため、支線排水路を2本建設する。各設計排水量は、3-3-6で算定した値を用いた。添付図面に排水路網の位置を示す。

排水路断面の決定は以下の基準に従った。

1. すべて土水路で台形断面とする。
2. 許容流速 最高 0.9 m/sec
最低 0.3 m/sec
3. 粗度係数 0.035
4. のり面勾配 1 : 1.5

排水路の主要な水利諸元は以下の通り。

排水路の水利諸元

名 称	排 水 量 (m ³ /sec)	水路底幅 (m)	水 路 深 (m)	水路勾配	長 さ (m)
外周排水路No 1	0.56	0.8	0.7	1/300	1,810
外周排水路No 2	1.11	1.5	0.8 ~ 0.9	1/400 ~ 1/800	2,155
幹線排水路No 1	0.28~0.53	0.6 ~ 0.8	0.6 ~ 0.7	1/300	1,405
幹線排水路No 2	0.28~0.52	0.6 ~ 0.8	0.6 ~ 0.7	1/300	945
支線排水路 No 1 ~ No 6	0.057	0.5	0.4	1/50~ 1/500	各 250m
支線排水路No 7	0.21	0.6	0.5	1/300	390
支線排水路No 8	0.15	0.6	0.5	1/100 ~ 1/400	375

排水路付属構造物は、暗渠と落差工である。

暗渠は、コンクリート管で21ヶ所設ける。落差工は、落差が大きいため傾斜型を採用した。設置数は9ヶ所である。

3-5 農 道

農場内の円滑な輸送やかんがい排水組織の管理を行い、又通年農場運営を行うため、全天候型のラテライト舗装の道路網を設ける。道路網は外周道路、幹線農道、外周道路と幹線農道を結ぶ連絡農道、支線農道から成り立つ。外周道路は、農場敷地境界に設けられる外周排水路沿いに建設し、放牧地管理の便に供される。幹線農道は、実験実習農

場の外周沿いに建設する。外周道路と幹線農道は、4本の連絡農道で結ぶ。実験実習農場内の管理のため、支線農道を4本設ける。道路網の位置概要を、添付図面に示す。道路の諸元は以下の通りである。

主 要 諸 元

名 称	長 さ (m)	有効幅員 (m)	舗 装
外 周 道 路	5,625	7.0	ラテライト
幹 線 農 道	2,500	7.0	"
連 絡 農 道	1,560	7.0	"
支 線 農 道	1,000	5.0	"

3-6 上水供給施設

農場付属建物、畜舎およびミスト室などで使用する上水計画給水量は次のように算定した。

a) 農場管理棟 ……教室、管理室での消費水量は、1人当りの消費水量を100ℓ/人/日とし、教職員、学生の1日利用者数を200名と推定すれば、
 $100 \times 200 = 20,000 \text{ ℓ/日} = 20 \text{ m}^3/\text{日}$ となる。

b) 畜 舎 ……大学で計画されている飼育家畜の種類、頭数は下表の通りである。
 それら家畜の消費水量を、次の様に算定した。

種類	頭 数	消費水量 (ℓ/頭/日)	計 (ℓ/日)
乳牛	50	450	22,500
肉牛	50	150	7,500
やぎ、羊	各 100	30	6,000
豚	50	60	3,000
その他			1,000
計			40,000
			= 40 m ³ /日

c) ミルクプラント…農場内既設ミルクプラントへの水の供給として10m³/日を見込む。

d) その他 ……農場で使用される農機具、農業機械等の洗浄用水及び、収獲物の選別洗浄用水として、30m³/日を見込む。

以上の日消費水量を合計すれば、 $100\text{ m}^3/\text{日}$ となる。この水量を給水設備の計画給水量とする。農工大学敷地内の既存の深井戸の揚水量調査結果を基に、2本の深井戸を約180mの深さにさく井し、約 $100\text{ m}^3/\text{日}$ の地下水を確保するものとする。

3-7 建物

3-7-1 農場付属建物

農場運営、農場実験実習等を円滑に行うためには、農場付属の建物として、農場管理棟、整備工場、各種倉庫および避難所などが必要である。これら建物の規模の設定は、農場実習の頻度（前述教科課程に基づき、週平均40科目、4クラス同時に農場施設を利用するものと想定）、あるいは保有する機械の種類や規模、必要な機能などを検討して行った。又、ケニア国政府への最終報告書案の説明および内容の確認時に、ケニア国政府より、農場の効率的な管理と貴重品等の集中管理の観点から、農場管理棟の二階建および貴重品保管用倉庫との一体化の強い要望があり、これを受けて最終的に以下のように基本設計を行った。

(i) 農場管理棟

管理棟から農場を監視する為、又生産物、肥料、農薬等の管理の便宜上、農場管理棟は、二階建とする。一階に倉庫、二階に管理室、教室を配置し、その他（便所、廊下等）を合わせて約 800 m^2 とし、農場近くに建設する。又電気施設、上・下水道設備を設置する。

(a) 一階（倉庫）

圃場からの生産物、農場の運営資材保管の為に倉庫が必要である。野菜、果物をはじめとする収穫物や種子を保管するための倉庫（約100トン収容、 128 m^2 ）、各種肥料および農薬保管用としてそれぞれ 64 m^2 を建設する。

(b) 二階（管理室、教室）

農場は農場長の下に9課を置いて運営維持管理することが計画されている。農場長室を1室（ 40 m^2 ）、管理用事務室を3室（ 96 m^2 ）、教室を2室（ 128 m^2 ）を建設する。教室の広さおよび数は、学生数を40名位と想定し、農場実習を必要とする科目数および種類等を検討し決定した。

(2) 整備工場

本計画において供与される農場設備の維持管理用機械や、農場運営及び実習用農業機械を維持・修理し、またその実習を行うための整備工場を1棟必要とする。

整備工場本体の機能として、機械修理用、定期点検整備用、実習用が必要である。そのため同時に大型機械3台を収容可能な床面積が必要であり、その面積を200㎡とする。また整備工場の付属施設として、部品収納室、工具収納室、控室が必要である。これら付属施設の規模は、農場関連の機械の機種台数（保有機械大型機種7台、小型機械及び作業機25台）を考慮し計100㎡とする。

整備工場は、工場本体、付属施設を合わせて1棟（300㎡）とする。電気施設、上・下水道設備と共に天井走行クレーン1基を設置する。

(3) 倉庫

農業機械保管用として1棟200㎡（大型機種7台、小型機種及び作業機25台収納）を建設する。

(4) 避難所

実習中の学生、農夫等が、雨、嵐等から一時避難するための避難所を農場内に2ヶ所設ける。またこの避難所は、収穫物、肥料などの一時保管も可能なものとする。

実習生は1クラス約40名と想定し、また農場施設で同時に実習するのは平均4クラスであるが、各々整備工場、ガラス室等で実習するクラスもあり、圃場内での実習は1クラスと想定し1クラス40名、および農夫10名を2ヶ所に分けて退避させる。これにより避難所は1棟、約25名を収容可能な面積（25㎡）とする。

3-7-2 付属設備

(1) 給水設備

農場付属建物及び畜舎に水を供給する施設を3-6で算定された計画給水量（100㎡/日）を基に建設するものとする。

a) 受水槽……………深井戸より取水、送水されてきた水を貯水する施設として受水槽を設ける。受水槽の容積は、1日消費水量の40%を有するものとし、40㎡とする。

b) 給水塔……………受水槽近くに給水塔（高さ10m）を設ける。給水塔には、強化プラスチック製の給水槽（容積6㎡）を設置する。

- c) 給水管……………給水塔より各建物へ給水する為の給水管を地中埋設配管する。
給水管は、塩化ビニールライニング鋼管を使用し、管径は、
25mm～50mm、総延長 200mである。

(2) 排水設備

各建物からの排水の内、雨水等は、排水管より排水路へ放出し、汚水は、汚水槽に一時蓄え、大学構内にある既設汚水処理場へ圧送する。

排水設備として、次のものを建設する。

- a) 汚水槽……………各建物より排出される汚水を一時蓄える施設として、汚水槽を建設する。汚水槽の容積は7m³とし、圧送用ポンプを設置する。
- b) 排水管……………各建物より排出される雨水等は、排水管により、排水路へ放出する。排水管は、鉄筋コンクリート管、管径 250mmを使用する。
汚水の排水管には、ダクタイル鋳鉄管、管径 100mmを使用する。

(3) 電気設備

農場付属建物で使用する照明用及び、修理工場で使用する電気器具用に、電気設備を設ける。

使用する電源は50Hz、380/230Vで、大学構内の既設電気設備より受電し、これを各建物に配電する。

既設電気設備より各建物へ送電する送電線の延長は、500mである。

(4) 構内舗装

構内道路及び、建物周辺にアスファルト舗装をを実施する。合計舗装面積は、2,000m²である。

3-8 維持管理用機械および農業機械

(1) 維持管理用機械

農場の建設後の維持管理、農業土木実習等のため、あるいは建設機械実習のため、下記の機械を農場に常備する必要がある。なおこれらの機械は、農場の維持管理に役

立つとともにケニア側が将来農耕地を拡大する上にも大きく貢献するであろう。

- a) ブルドーザー (12トン級) 1台
- b) バックホー付ホイロローダー (75HP) 1台
- c) ダンプトラック (6トン級) 1台

(2) 農業機械

現有の農業機械はこれまでの無償資金協力、技術協力などを通じて農場運営用として供与されたものであるが、農場整備が滞っていたため、これらの機械のほとんどが農業工学科農業機械コース、工学部農業機械工学などの教材として転用されている。これら機械を、農場整備後その運営に使用することは、現在進行中の上記学科の運営に支障を来すため、新たに農場運営用農業機械が必要である。新たに必要な農業機械は表3-3に示したとおりである。なお機械機種を選定には、新規開墾される地区の土壌条件、使用目的等を検討し、また特に学生の実習用としても利用される事を考慮した。

3-9 外周防護柵 (ケニア国政府負担分)

農場敷地と民有地との境界をはっきりさせ、又、鹿等の野性動物の侵入を防ぐために、農場敷地の外周に防護柵を設ける。これは、ケニア国側において建設されるものである。

外周柵の構造は、2.5mの高さのコンクリートポールを3m間隔に打込み、金網を張る。総延長は約4,000mである。

3-10 工事費積算

本事業は、日本国政府無償資金協力分とケニア国政府負担分により実施され、本事業に係わる工事費は、日本国政府無償資金協力分779,000,000円、ケニア国政府負担分1,080,000K.Sh (約21,600,000円)と算定した。概算事業費は、次表に示す通りである。工事費に対する予備費及び詳細設計・入札書類作成・施工管理費などの技術費を含めて計上した。

建設費の見積りは、ケニア国の他の類似プロジェクト及びナイロビ市における建設労務者の単価、建設資材単価を参考として行った。

ケニア貨と円貨との換算レートは、次のとおりである。

K. Sh. 12.00 = US \$ 1 = ¥ 240

K. Sh. 1 = ¥ 20

概算事業費

1) 日本国政府無償資金協力分

(昭和58年6月現在)
(単位：千円)

項 目	金 額
I 建設費	367,141
II 器機材費	243,740
III コンサルタント料	104,455
IV 予備費	63,664
合 計	779,000

2) ケニア国政府負担分

項 目	金 額
I. 外周防護柵工事 (総延長 4,000m)	1,080,000K. Sh. (約21,600千円)

第4章 事業実施体制

4-1 建設実施組織

本計画実施機関である高等教育省は、本建設計画実施に対する全責任を負い、本計画に係る全ての政府諸機関および地方行政機関と業務上の調整を行う。また、計画を実施するため、プロジェクト実施委員会を設ける。

4-2 建設計画

4-2-1 詳細設計

本計画を実施するにあたり、工事実施以前に、下記のような、測量、調査、詳細設計及び入札関係の作業が必要であり、それに要する期間は4ヶ月間である。

(1) 測量、調査

- 主要施設の地形測量
- 排水路、道路およびパイプラインの縦横断測量
- 電気探査による地下水調査
- 主要施設の基礎および圃場の土壌調査

(2) 詳細設計および入札関連書類作成

- 詳細設計と数量積算
- 入札用設計図面の作成
- 入札関連書類の作成

4-2-2 建設工程計画

本建設工事は、日本国政府の無償資金協力によるものと、ケニア国政府負担分に分けられる。主な建設工事は、下記の通りである。

(1) 日本国政府無償資金協力分

1. ポンプ機場

型式-片吸込み渦巻ポンプ

容量-1.78m³/min × 3台

吸込管口径- 200mm

建屋- 40m²

2. 送水パイプライン	延長 - 1.4km 口径 - 300mm
3. 貯水池	容量 - 82,000m ³ 付帯構造物 - 2ヶ所
4. 加圧ポンプ機場	型式 - 片吸込み渦巻ポンプ 容量 - 2.15m ³ /min × 3台 吸込管口径 - 125mm 建屋 - 40m ²
5. フォームポンド	容量 - 7,700m ³ 付帯構造物 - 1ヶ所
6. かんがいパイプライン	延長 - 4.2km
7. 排水路	延長 - 8.6km 付帯構造物 - 30ヶ所
8. 農道	延長 - 10.7km
9. 農場整備	面積 - 20ha
10. 深井戸	延深 - 約 180m × 2ヶ所
11. 農場管理棟	建坪 - 800m ²
12. 整備工場	建坪 - 300m ²
13. 倉庫	建坪 - 200m ²
14. 避難所 (2棟)	建坪 - 100m ²
15. 付属設備	給水設備, 排水設備, 電気設備, 構内舗装

(II) ケニア国政府負担分

外周防護柵	延長 - 約 4,000m
-------	---------------

なお、無償資金協力による建設工事は、競争入札による請負方式で行う。実工事期間は10ヶ月間とした。ポンプ等資機材については、製作、輸送、港荷役、内陸輸送等に約6ヶ月間を必要とする。他の機械及び資材をケニア国内で調達できたと

しても、ポンプ器機の現場着の時期がかなり遅れると考えられるので、その点を考慮して工程計画を策定した。

全建設期間中、土工事を実施できる時期は、乾期に限られるので、工事作業を円滑に行うために、適切な機械工程計画が望まれる。建設工程計画を図4-1に示す。

4-2-3 建設方法

本建設工事は、土工事、コンクリート工事、配管工、および建築工事の四つに大別される。

(1) 土工事

効果的な作業効率と適切な品質管理を考慮すると、土工事の作業期間は、5月の後半より10月の前半までの5ヶ月間に限られる。土工事の主な作業内容は、農道の建設、貯水池及び排水路の掘削である。計画地区は草地および雑林であり、主にブルドーザーで伐開、伐根作業を行う。

農道沿いに排水路が走るので、バックホーにより排水路を掘削し、その掘削土を農道予定地に置き、ブルドーザーで敷ならし転圧する。余分な土砂は土捨場に捨てる。その後、農道のラテライト舗装を行う。

大学構内南東部に貯水池を設けるが、掘削はバックホー及びブルドーザーで行い、掘削土を農道のラテライト材として使用する。他に土工事では、ファームボンドの掘削、ポンプ場吸込部の掘削、圃場客土材の運搬等がある。ポンプ場吸込部の掘削は、河川の最満水期に行ったとしても掃切工を必要とする。

(2) コンクリート工事

コンクリート構造物の主なものは、ポンプ場吸込部と貯水池の斜面保護コンクリートである。コンクリートは 0.4m^3 /回ミキサーで現場で練られて、打設型枠は木材製の型枠を使用する。貯水池は法面勾配が1:2と緩やかなので型枠は用いず、木ゴテ仕上げとなる。

(3) 配管工

配管工は、ンダルク川揚水場から貯水池迄の送水パイプラインと、貯水池より圃場迄のかんがいパイプラインとに大別される。

送水パイプラインは、径300mmのダクタイル鉄管が敷設されるが、ポンプ場よ

り 500mの間は地盤が岩盤である為、鋼鉄管を用い、固定台と支持台に支えられた地上敷設とする。その為、この間はフランジ付の鋼鉄管を用いる。残りの 900mは差込み式のダクタイル鋳鉄管である。地表面下 1mの地中にトラッククレーンで吊下げながら順次敷設する。その後、掘削土で埋戻す。かんがいパイプラインは、PVCパイプを地表面下 0.6mの地中に埋設し、その後、掘削土で埋戻しする。

(4) 建築工事

建物の主なものは管理棟、倉庫、修理工場、避難所 2 棟である。工期が短いので全棟一斉に着手する。

基礎工は、地表面下平均約 1mに強固なラテライト層が介在しているため、そこからコンクリートを打設して、布コンクリート基礎工を施す。

建物構造は、RCラーメンにコンクリートブロック壁、鉄骨のルーフトラス造りが主となっているが、これらの建設は現地で熟練しているものである。サッシは既成アルミサッシの型材を日本より輸入し、現地で組立てる。

4-2-4 建設資機材

本建設に必要な資機材は、ポンプ、パイプ、ゲート、アルミサッシ及びこれらの付属器機等の特殊資機材を除いて、ほとんどケニア国内で調達できる。農道舗装用ラテライト材は、貯水池建設予定地点の土取場より直接採取できる。コンクリート用骨材は、ナイロビの採石場より購入する。主要な必要資材とその数量は、下記の通りである。

1) ボルトランドセメント		550 ton
2) 骨材	細骨材	800 m ³
	粗骨材	1,350 m ³
3) 木材		200 m ³
4) 鉄筋		90 ton
5) 鉄材		50 ton
6) 既成コンクリートパイプ	径 700 mm	75 m
	径 500 mm	50 m
	径 300 mm	160 m

7) 石材 (t = 200mm)

1,270 m³

4-3 維持管理計画

4-3-1 農場運営維持管理組織

本農場設備建設、整備完了後の運営維持管理は実験実習農場長の下に行うことが計画されている。学長、副学長の下に副学長を議長とする農場運営協議会で運営基本方針、開発計画、実施運営計画等が作成され農場長を通じて実施される。農場長の下には1名の副農場長を置き、9課を管理する。各課は、実験実習を必要とする学科目に対応出来る形で置かれ、実験実習は各課長と学科担任教官の協力の下に実施される。なお9課の内の1課は農場長事務所とし農場事務管理一般を担当する。圃場の管理等は、各課がそれぞれの部門を担当するが、今回の建設及び供与分に関しては、全体の農道、排水路等の維持管理を、農業土木課が、また農業機械、整備工場、取水及び加圧ポンプ等の維持管理を、農業機械課が専門に担当する。当農場の計画組織は図4-2に示したとおりである。

4-3-2 維持管理費

本計画にて建設される農場諸施設の維持管理費は、人件費、電気料金、機械運転経費、材料費等から構成されており、年間約 625,490K. Sh. (12,510,000円相当) と見積られる。年維持管理費の内訳は、概略次表の通りである。

農場施設年間維持管理費

項 目	単 位	数 量	単 価	金 額
1. 人件費			(K. Sh.)	(K. Sh.)
機器オペレーター	人/日	740	74	54,760
助手	人/日	730	50	36,500
人夫	人/日	1,220	35	42,700
2. 電気料金				
揚水機場	K.W.H	174,000	1	174,000
加圧機場	K.W.H	170,000	1	170,000
3. 維持用機械運転費	L.S.			8,860
4. 材料, その他 (直接工事費の 1.0%)	L.S.			138,670
年間維持管理費合計				625,490
(換算レート, K. Sh. 1 = ¥20)				≒ 625,500 (=12,510,000円)

第5章 事業評価

ジョモ・ケニヤック農工大実験実習農場は、商業生産的な性格を持たず、それ自体が直接経済的便益を生ずるものではない。従って、直接便益による経済評価は行わず、当計画の実施による間接便益および経済的には把握しがたい効果の評価を行った。本農場整備計画による具体的効果は以下のとおりである。

- (1) 本計画において整備されるかんがい施設により通年かんがいが可能となる。従って実験実習は年間を通じて弾力的に実施する事が可能となる。
- (2) 農道、排水路の建設は農業機械などの安全運行を可能とし、整備後の農場運営管理にとって極めて有効となる。
- (3) 20haに対して設置するスプリンクラーによるかんがい方法は、必要な水量を必要な時に正確にかんがいすることができ、効果的な農場運営はもとより節水栽培、必要水量試験などの実施も可能とし、農業生産の向上、農業技術の普及を通じて地域社会の発展に寄与することができる。
- (4) 当農場整備計画は土地の高度利用、小農経営を主体とする労働集約的営農方法、高度な園芸利用などを主眼として整備されるものであり、従来ケニアの農業教育の面で手薄となっていた部分、特に実務教育面を強化できる。
- (5) 農場を整備し実験実習に供する事によって、基礎知識・理論の修得のみに偏重せぬ技術教育を可能とする。

ケニア国が取り組んでいる国家経済開発計画に役立つ人間造りを目指して設置された同大学の農場整備は、その必要性が充分認識されてはいたが、同国の経済的事情などにより滞っていたものである。本計画実施によって直接実験実習に役立つとともに、長期的観点から同国の開発に寄与することになる。このことは、同国が推進している開発の精神にも正しく調和したものである。また現在実施中の日本の技術協力により派遣中の日本人専門家・協力隊員の豊かな学識のみならず、本実習農場の完成により豊かな経験、新しい農作技術をも指導教授が可能となり、より一層技術協力の効果が発揮され、日本国とケニア国双方の努力と相俟って、ケニア国の人材育成および経済発展に寄与し、ひいては、日本、ケニア両国の友好関係を更に増進することが期待される。

第6章 結論と提言

ジョモ・ケニヤック農工大学は、国民経済の向上を目指すケニア国政府が国家経済開発計画に必要な中堅技術者の不足を補うために高等教育機関として設置したものであり、日本国の資金及び技術協力とケニア側の努力によって設置が実現した。同大学は開校以来3年目を迎え、学生も極めて好成績を修めつつあり、将来ケニア国発展の一端を担うものと大きな期待を寄せられている。

本農場整備計画は、この大学にとって必要不可欠である実験実習農場を大学の実験実習としての規模・内容に応えられる施設として建設するものである。この農場は大学の実験実習に供されることはもとより、その開発運営自体が同類地区の今後の開発の模範的な内容の展示ともなり得るであろう。

さらに、本農場整備計画の規模は利用目的に沿ったものであり、かつまた建設後の運営維持管理においても多大な費用を要するものではない。本農場整備計画はその施設規模、工事費、運営維持管理費用からもその利用目的を勘案し妥当なものと判断され、大学発足後既に3年目を迎えている事から迅速な実施が望まれる。

また、円滑な計画の実施と有効な運営を図るために次のことを提案したい。

- ①本農場の詳細な運営計画を作成する。
- ②本農場の運営に必要な要員を確保する。
- ③建設される20ha内の土壌は種類が変化に富んでいる。将来の有効利用のために詳細な土壌調査（例えば5,000分の1に相当する土壌図の作成など）を勧告する。
- ④畜舎の建設は、家畜の衛生管理等を考慮し、畜舎の位置を検討する事を勧告する。
- ⑤既存の給水施設に量水計を設け計画的な水利用を行なう。
- ⑥ソンググ川の取水地点に水位計を設け、ポンプの円滑な運営に資する。

表 2 - 1 大学運営委員会委員名簿

CHAIRMAN	Prof. P. M. Githinji, University of Nairobi
SECRETARY	Mr. J. M. Githaiga, Principal, JKCAT
GOVERNORS	Prof. R. S. Musangi, Principal, Egerton College Mr. A. K. Kandie, Permanent Secretary/Director, Directorate of Personnel Management Mr. J. K. Muthama, Director, Ministry of Agriculture Dr. David Ng'ang'a Ngugu, Dean Faculty of Agriculture, University of Nairobi Mr. T. D. Owuor, Executive Director, Federation of Kenya Employers Mr. Odera Oteng, Director, National Industrial Training School Mr. Peter Oloo Okaka, Principal, Kenya Polytechnic Mr. R. G. Mwai, General Manager, East African Bag & Cordage Co., Ltd. Mr. P. E. N. Thiong'o, Clerk to the Council, Kiambu Country Council Mr. Watson Muriyo Mr. Karuga Wandai, Thika Municipality H. E. Miss Margaret Kenyatta
EX OFFICIO	Mr. Charles Kasina, D.D.H.E. (TAE), Ministry of Higher Education The Provincial Higher Education Officer, Central Province Mr. Daniel Motti, P.F. & E.O., Ministry of Higher Education

表 3 - 1 農場関連学科目

1. Faculty of Agriculture

Department of Horticulture:

1st Year:

Soil science, tractor operation, crops work, entomology

2nd Year:

Annual crops, perennial crops, horticultural experiment, field instruction, special project plant pathology, vegetable growing, fruit growing, plant breeding, flower growing and landscaping, propagation

3rd Year:

Plant protection, seed production, irrigation, surface irrigation, overhead irrigation, field instruction

Department of Agricultural Engineering:

1st Year:

Tractor servicing, farm machinery I

2nd Year:

Farm machinery II, III, hydrology, water supply and drainage, field experience I

3rd Year:

Farm machinery repair, land development machinery, farm machinery management, overhead irrigation, surface irrigation, plant layout, process engineering, building design engineering, field experience II, III

Department of Food Processing:

2nd, 3rd Year:

Food processing practicals (Product from the farm)

Products from the farm necessary for processing practicals are such as milk, food grains, vegetables, meat, fruits and some industrial crops.

2. Faculty of Engineering

Department of Mechanical Engineering:

Agricultural Machinery Course:

Part I:

Farm machinery, processing machinery, crops tractor operation, tractor overhaul

Part II:

Farm machinery, conveyer, storage, animal husbandry, tractor operation, tractor overhaul, tractor performance test

Part III:

Farm mechanization, farm facilities, land engineering, irrigation and drainage, field performance test

Construction Machinery Course:

Part II:

Construction machinery practicals

Department of Civil Engineering & Architecture:

Irrigation Course:

Part I:

Hydrology

Part II:

Hydrology, farm irrigation practicals

表 3 - 2 現況の農場職員および計画職員

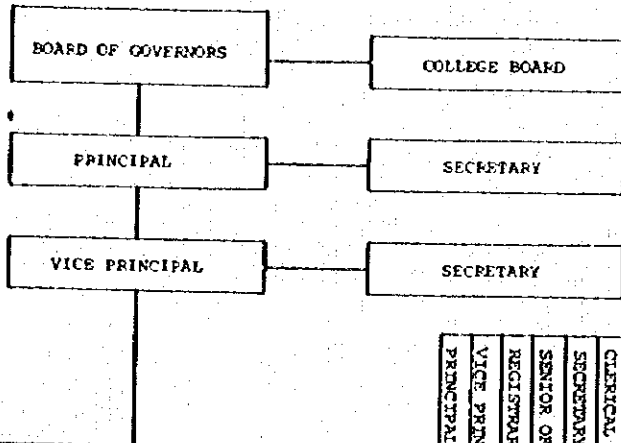
Designation	Present Staff		Proposed Staff	
	Class	Number	Class	Number
Farm Manager	Technician	1	Technician	1
Ass. Farm Manager	Ass. Technician	1	Ass. Technician	1
Farm Demonstrator	Ass. Technician	3	Ass. Technician	10
Tractor Operator		1		3
Farm Workers		17		20
Pump Attendants		-		2
Clerk/Storeman		1		1
Cleaner		-		1
Copy Typist		-		1
Casuals		25		Not fixed

Source: JKCAT, 1983/84 Staff Estimates, Feb. 1983.
The present staff shown is as of June 1, 1983.

表3-3 農業機械

機 械	仕 様	数量
I トラクター		
1. トラクター	60HP級, 4WD, フロントロード付	2
2. トラクター	40HP級, 4WD	2
II 耕起砕土整地用		
1. ボトムブラウ	16' × 1	1
2. 格子ブラウ	16' × 2	1
3. 草地用スリックブラウ	18' × 1	1
4. チゼルブラウ	7本爪, 55~80HP用	1
5. カルチバッカー	幅 200mm, 60~80HP用	1
6. ディスクハロー	タンデム型, 18' × 24	1
7. ディスクハロー	オフセット型, 18' × 16	1
III 施肥播種用		
1. プランター	加圧噴射方式, 4畦	1
2. グレンドリル	40HP以上, 施肥機付	1
IV 管理防除用		
1. カルチベータ	20本爪, うね巾 600~758mm	1
2. ブームスプレーヤー	タンク容量 500ℓ, 作業巾 6m	1
3. 土壤消毒機	ティラー型, 深さ 100~200mm	1
4. ブラッシュカッター	フロント型, エンジン約40cc	10
V 収穫調整用		
1. ビーンスレッシャー	0.2~0.3ha/hr, エンジン4HP	1
2. ビーンハーベスタ	0.2~0.3ha/hr, エンジン5HP	1
3. コーンシェラー	約1,000kg/hr, エンジン3HP	1
VI スペアパーツ	約一年分	1式

图 2-1 大学组织图

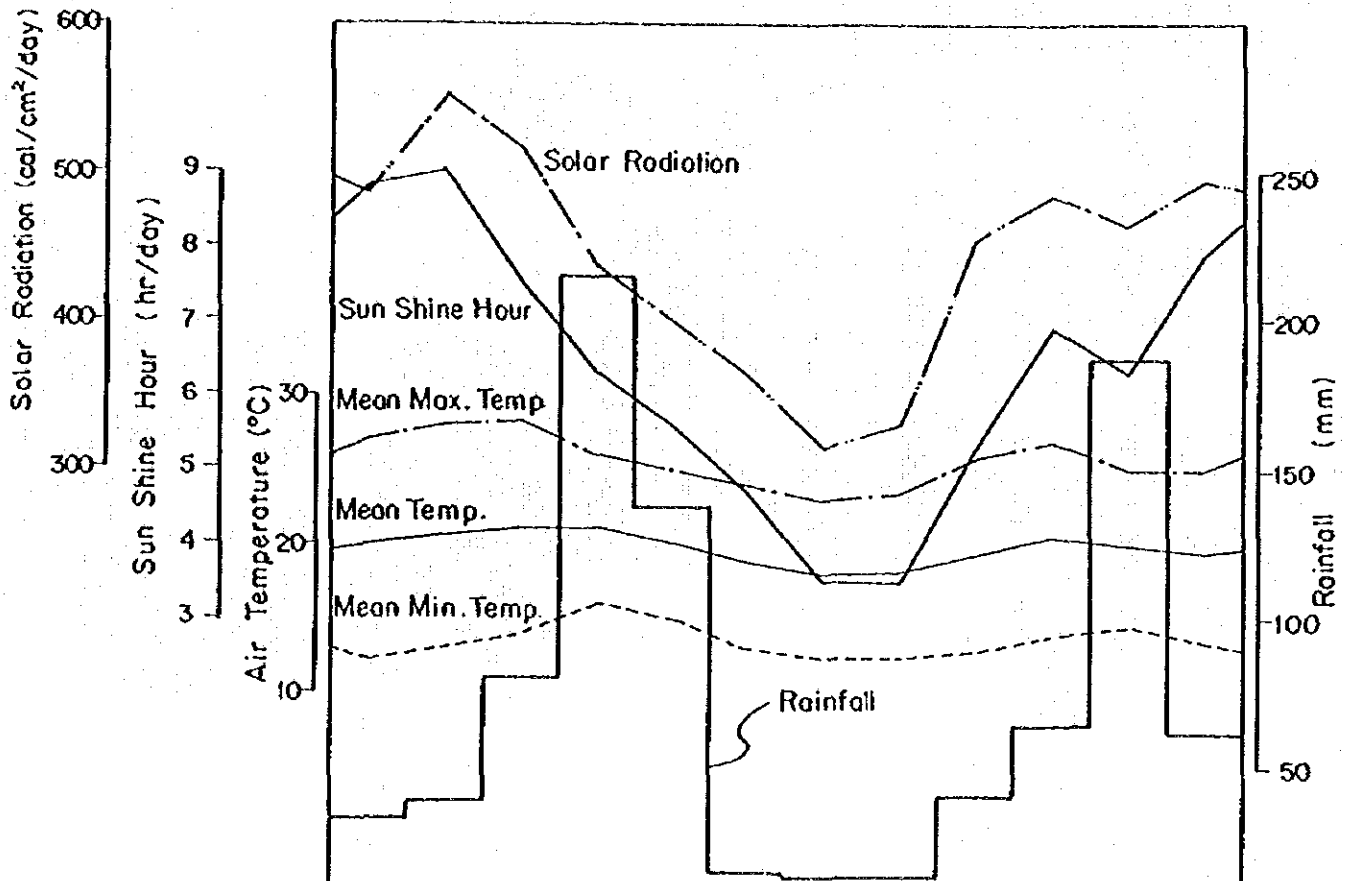


	VICE PRINCIPAL	REGISTRAR	SENIOR OFFICER	SECRETARY	CLERICAL OFFICER	COPY TYPIST	COOK	DRIVER	ARTISAN	MESSANGER	SECURITY	GROUNDSMEN	CLEANER	FARM LABOURER
REGISTRAR	1	1	1											
ASST. REGISTRAR				1	2	1								
ADMINISTRATION OFFICER			1	1	2	4	4	4	4				4	
ESTATE OFFICER			3					9	12			4	6	
HALL & CATERING MANAGER			4			10								10
DEAN OF STUDENT			3											
FINANCE OFFICER			2		1									
ASST. FINANCE OFFICER			2	2	4				1					
LIBRARIAN			1											
ASSISTANT LIBRARIAN			1	6	2			1						
DEAN OF FACULTY OF AGRICULTURE														
SECRETARY														
DEAN OF FACULTY OF ENGINEERING														
SECRETARY														
GENERAL STUDIES														
PILOT FARM MANAGER														
SECRETARY														

	LECTURER	TECHNICIAN	STUDENT	ARTISAN	LABOURER
DEPT. OF HORTICULTURE	7	5	90		
DEPT. OF FOOD PROCESSING	9	6	60		
DEPT. OF AGRICULTURAL ENGINEERING	9	7	108		
DEPT. OF MECH. ENG. (I) AGR. MACHINERY ENG.	6	3	48		
(II) MOTOR VEHICLE ENG.	6	3	56		
(III) CONSTRUCTION PLANT	6	3	48		
DEPT. OF BLDG. & CIVIL ENG. (I) IRRIGATION ENGINEERING	8	3	64		
(II) CONSTRUCTION TECHNICIAN	8	2	64		
(III) ARCHITECTURAL TECHNICIAN	8	1	48		
DEPT. OF ELECTRICAL ENG. (I) ELECTRICAL ENGINEERING	8	3	60		
(II) ELECTRONIC ENGINEERING	7	2	60		
GENERAL STUDIES	3				
PILOT FARM MANAGER					
SECRETARY		10	4		30

Remarks: Number of staff of General Studies Department means the present staff number, and the staff number of the pilot farm is present number as of June, 1983.

図2-2 JKCAT地域の気象条件



Month	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Mean Max.Temp(°C)	27.0	27.9	28.2	26.1	25.1	24.2	23.0	23.6	26.2	27.0	25.2	25.2
Mean Min.Temp (°C)	12.3	13.2	14.2	16.1	14.9	13.2	12.5	12.4	12.9	14.0	14.7	13.6
Mean Temp. (°C)	19.7	20.6	21.2	21.1	20.0	18.7	17.8	18.0	19.6	20.5	20.0	19.4
Relative Humidity at 9:00 a.m. (%)	73	74	77	83	81	81	84	83	80	74	81	79
Relative Humidity at 3:00 p.m. (%)	44	40	43	53	56	53	56	53	44	40	49	52
Evaporation (mm/day) class A pan	5.3	5.8	6.0	4.3	3.8	3.3	2.8	3.3	4.5	5.2	4.4	4.6
Sun Shine Hour (hr/day)	8.8	9.0	7.5	6.3	5.6	4.7	3.5	3.5	5.3	6.9	6.3	7.9
Radiation (cal/cm²/day)	485	550	514	435	399	367	315	339	453	486	465	495
Rainfall (mm)	34	39	81	214	136	15	14	14	41	65	188	62

Remarks: Meteorological data shown above are mean values for years '73 - '83, observed at Thika meteorological station and rainfall data recorded at Thika Karamaini rainfall station.

圖 4-1 建設工程計畫圖

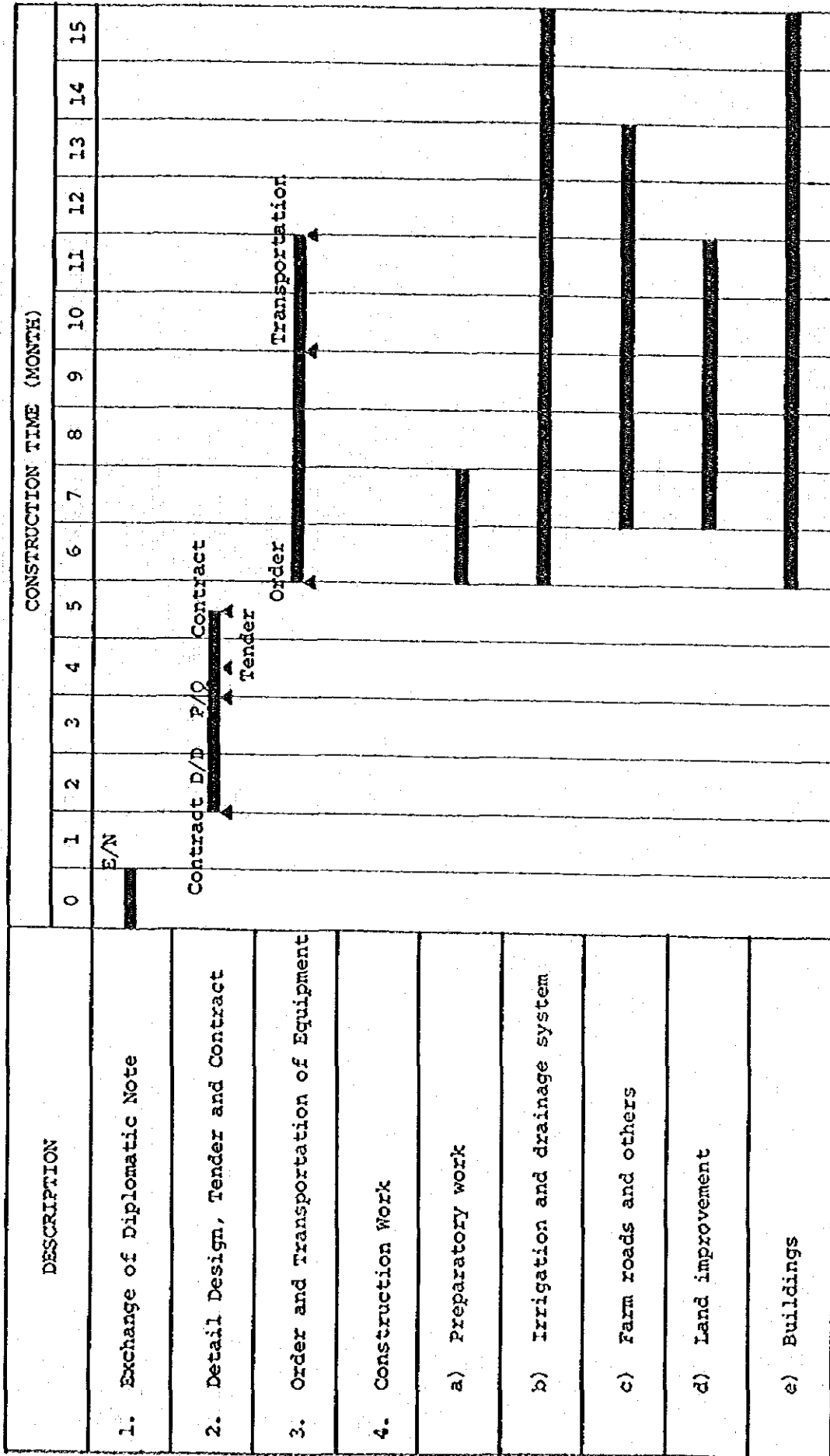
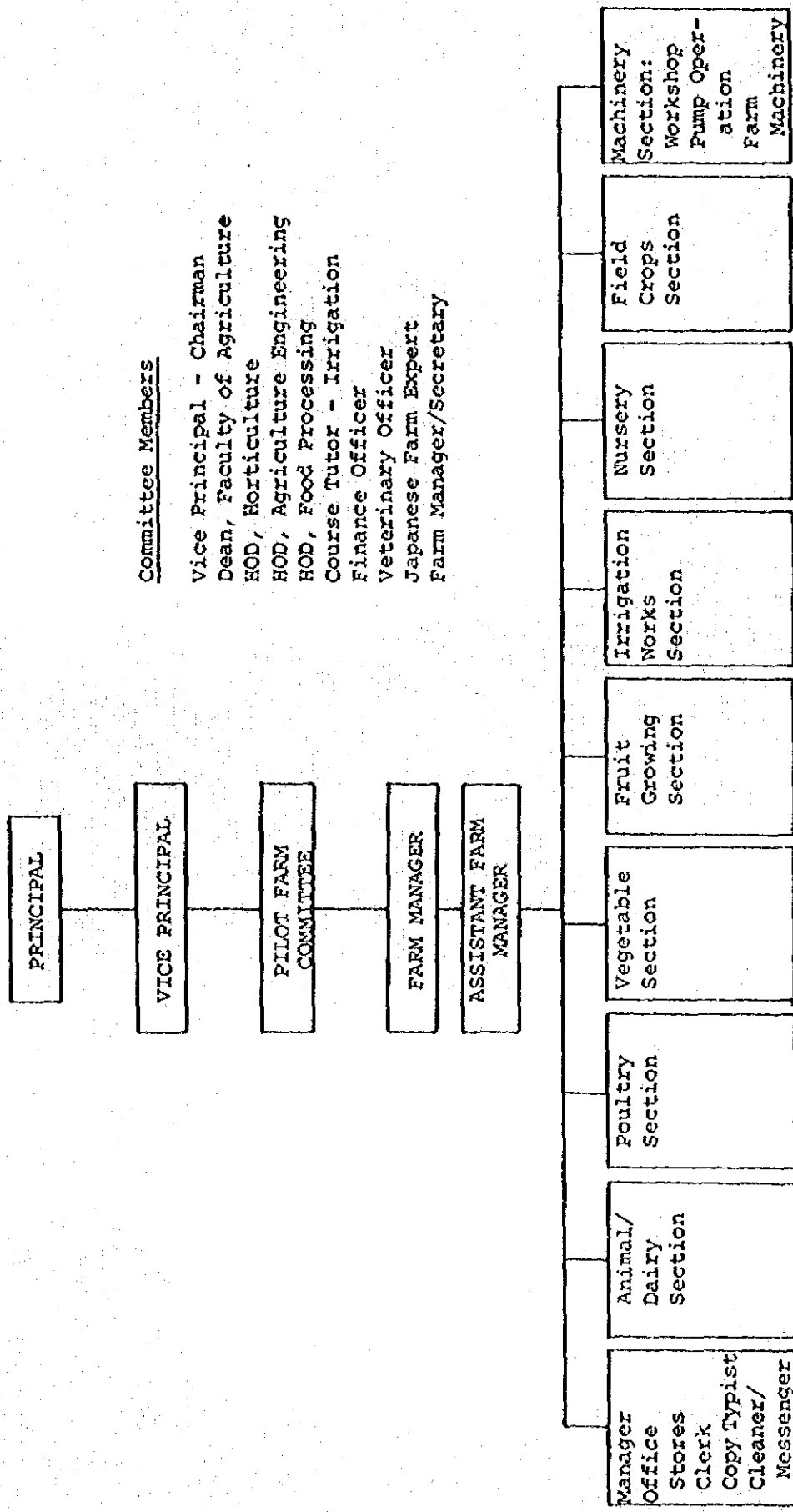


圖 4 - 2 計園農場經營維持管理組織



Committee Members

- Vice Principal - Chairman
- Dean, Faculty of Agriculture
- HOD, Horticulture
- HOD, Agriculture Engineering
- HOD, Food Processing
- Course Tutor - Irrigation
- Finance Officer
- Veterinary Officer
- Japanese Farm Expert
- Farm Manager/Secretary

Remarks: Upto assistant farm manager level from the top has been organized.

