

## 第3章 調査対象県の現況

### 3-1 社会状況

#### (1) 行政単位

ケニア国の行政単位は、中央から地方に至るまで階層的に構成されている。

表 3-1 ケニア国の行政の枠組み

行政レベル	名称	首長
中央	Government	President
州	Province	Provincial Commissioner (PC)
県	District	District Commissioner (DC)
郡	Division	Divisional Officer (DO)
(大字)	Location	Location Chief
(字)	Sub Location	Assistant Chief
村 (自治組織)	Village	Village Chief (Elder)

本計画の調査対象地域である4県（マチャコス県、マクエニ県、キツイ県、ムウインギ県）は、東部州（Eastern Province）に属しているが、州都であるエンブに比べて、首都のナイロビの方が距離的に近く、社会・経済的な結びつきはより強い。表3-1のSub Locationまでは行政単位であり、戸籍や統計を管理するなどの公務を行っている。Locationは数万人、Sub Locationは数千人の規模であることが多い。一つのSub Locationには数箇所のVillage（村）が含まれる。Villageは自治組織であり、村長は住民の投票で選ばれるか長老などが務めることになっているが、行政職でないので給与はない。

これらの行政単位とは別に社会開発や生活共同体の概念のもとで、コミュニティやグループと呼ばれる集団が形成される。本計画では、コミュニティの単位で給水施設が要請されている。コミュニティは生活の場が近い集団によって構成される数百人から数千人規模の集団であり、人口密度の低い村落部では1つのコミュニティに2～10程度の村が含まれる。逆に都市近郊部では一つの村に複数のコミュニティが存在する。住民各個人は、必ずある村、あるコミュニティに属している。グループはさらに小さな集団であり、特定の目的のために形成され、個人は農業・給水・女性など複数のグループに属することも、また脱退することも可能である。

#### (2) 調査対象県の概況

調査対象4県はいずれもカンバランドと呼ばれる、農耕や牧畜を主な生業とするカ

ンバ族が定住する地域であり、人口の8割以上が村落部に住んでいる。カンバ族はクユ・ルーヤ・ルオ・カレンジン族に次ぐケニアで5番目に多い部族であり、全人口に占める割合は11.4%（1989年）となっている。

調査対象地域の植生は各地の降水量によって異なるが、樹林や灌木、サバンナ、ステップなどが広がり、その中に農耕・放牧地と住居が点在している。概して首都から東または南に進むほど標高が下がり（海拔1,500m～500m）、また気温が高く降水量が減る（年間1,100mm～500mm）傾向にある。1年の半分以上（1、2月及び7-10月とその前後）は降雨が極端に少なく、乾燥・半乾燥地域（ASAL）に分類される地域である。キツイ県東部、及びムウインギ県東部は降雨が少なく、荒地・無利用地が多い。マクエニ県南部とキツイ県南部はツァボイースト国立公園の範囲に指定されており、大型の野生動物が生息する地域である。

各地域の水に対する困窮度は、概して年平均降水量からその多少により類推することができるが、ASALで乾季に水源が著しく欠乏することは、調査対象4県にほぼ共通している。調査対象地域における水不足は、次の2点の気象状況に起因している。

- ・ 年ごとの降水量の変動幅が大きい（平均年を100%とすると65%～155%の変動幅\*）
- ・ 年間1,000mm近い降水量を記録する地域であっても、4ヶ月から半年近くのあいだ、降雨が殆どない乾季が続く。

\* : MoWRMD The First National Water Resources Management Strategy, Final Draft, For the period July 2003 to June 2006, April 2003

県レベルを対象とした各分野の統計資料の多くは、The Government Printer が発行する政府刊行物である、District Development Plan に詳しくまとめられている。調査対象の4県における本計画の指標となる数値は以下のとおりである。

表 3-2 対象4県における指標数値

	マチャコス 県	マクエニ県	キツイ県	ムウインギ 県
人口（1999）	906,644人	771,545人	515,422人	303,828人
面積（1999）	6,281 km <sup>2</sup>	7,966 km <sup>2</sup>	20,402 km <sup>2</sup>	10,030 km <sup>2</sup>
人口密度 （1999）	144人/km <sup>2</sup>	97人/km <sup>2</sup>	25人/km <sup>2</sup>	30人/km <sup>2</sup>
安全な飲用水への アクセス	雨季 36% 乾季 26%	雨季 41% 乾季 29%	(15%)	(25%)
便所普及率 （2002）	76%	87%	—	40%
水因性疾病率 （2002）	—	19/1,000人	82/1,000人	92/1,000人

出典：Statistical Abstract 2002, District Development Plan ほか。

( ) 内は保健省県支所での聞取による

マクエニ県は 1992 年に、マチャコス県から分割された。またムウインギ県は 1993 年にキツイ県から分割された。旧マチャコス県に属するマチャコス県・マクエニ県の 2 県と旧キツイ県に属するキツイ県・ムウインギ県の 2 県を比較すると、前者の方が首都ナイロビや、ナイロビーモンバサ道路などの幹線道路に近く、概して経済活動が活発で行政の支援が得られやすい状況であるため、「人口密度が高い」「水へのアクセスがよい」「疾病率が低い」といった傾向が見られる。

### (3) 本現地調査の方法

本予備調査では、討議議事録（ミニッツ）の付属リストに記載された調査対象 4 県にある 200 箇所の給水施設要請コミュニティのうち、各県につき 6 箇所ずつ計 24 箇所に対して現場調査を行った。各コミュニティでは、MoWRMD 本省、及び県支所の担当職員と調査団員によるチームが、給水プロジェクトに関わる委員会（水管理委員会（WMC：Water Management Committee）の名称が多い。水利用者組合、水管理委員会については、第 3 章 3-5-1 (1) を参照）のメンバーや学校の校長など、便益を受ける住民の代表者に対して聞き取り調査を行い、給水に関する現況や将来計画に対する意思、地域の社会条件を確認した（添付資料 5 社会条件調査結果参照）。

なお、本計画の熟度を高めるため、MoWRMD に派遣中の給水行政改善長期専門家により、要請のあった 200 箇所のコミュニティを対象とする詳細な現況調査が、現在実施されている。

### (4) 村落へのアクセス

本調査において現場調査を行ったコミュニティまでは、全て道路が通じており雨季においても比較的良好な状況であった。道路の損壊、深い轍や砂溜りによる通行不能箇所はなかったが、小規模河川の横断箇所は、橋梁がなく河床にコンクリートを敷いてあるため、豪雨直後の河川増水時に渡河不能となることがある。またキツイ県北部の Mutonguni Division では黒色土が見られ、耕作に適しているが降雨後には車両通行の阻害となる。

道路の開発・管理は、道路・公共工事・住宅省（Ministry of Road, Public Works and Housing）の管轄下に置かれている。現在、主要幹線道路のうち、マチャコス県とマクエニ県の西部を貫くナイロビーモンバサ道路（A109 号線）のマクエニ県内、Suttan Hamud-Mtito Andei 間は 2003 年 4 月から 30 ヶ月の予定で EU により改良工事中（Northern Corridor Rehabilitation Programme Phase I）であり、仮設道路の通過には時間を要する。

## (5) インフラ

電気・電話・水道サービスが通じている地域は県都・郡都とその周囲の限られた範囲である。ナイロビに近いマチャコス県の県都周辺では、送電線が道路沿いに配置されているところも見られ、こうした一部の地域では、村落部に各戸への電力引き込みはないものの、給水施設への電力供給は可能と考えられる。携帯電話はマチャコスとキツイの市街を除き通話範囲外である。対象地域の多くが新聞のこない農村であり、公共の情報源としてラジオが普及している。村落部の道路状況は比較的よいために物流への支障は少ない。

## (6) 人口

ケニア政府による人口統計は Province (州)、District (県)、Division (郡)、Location、Sub-location の順に細別されているが、この区分以下の村落単位の人口統計はない。本計画の調査対象県においても、要請コミュニティの人口を示す公的な統計調査がなく、各コミュニティの定住人口は推測の域を越えない。MoWRMD の郡支所 (Division Water Office) のレベルでは村落部の人口規模をある程度把握しているが、現場調査の結果からは集落の境が不明瞭であり、給水対象人口を定めることは容易ではない。給水対象人口や給水率の算定は、基本計画策定や事業効果判定の上で重要な要素であることから、基本設計調査においては、水管理委員会や水利用組合の登録・更新によって、給水施設を利用する正確な人口規模を把握することが必要である。

調査対象地域は急峻な山岳地域ではなく、比較的平坦な地形が多く見られること、住民が乾季に数 km の水運搬を行っていることから、給水施設を建設した場合に、安全な水の確保と河床の溜まり水を掬う集水作業からの解放を求めて、乾季には現在と同様に、給水箇所近隣の家庭だけでなく周囲の広範な地域からも給水を受けに住民が集まることが予想される。

## (7) 産業・収入源

対象地域の主な産業は農牧業であり、主要な農産物はメイズ・豆類・ミレット・マンゴ・オレンジなどである。降雨量が比較的多くナイロビに近いマチャコス県ではインゲン豆・エンドウ豆・ベビーコーン・ニンジン・オクラなど、近郊野菜の出荷が盛んな一方、乾燥の度合いが大きいキツイ県・ムウインギ県では牧畜業が家計に占める割合が高い。薪炭・蜂蜜・家具・手工芸品・サイザル麻を原料とする紐や鞆の生産は随所で行われている。局所的に岩盤上に位置する村では石材の切り出しが行われている。また、出稼ぎによる収入も少なくなく、主に男性がナイロビや地方都市から仕送りを行っている。

## (8) 就学状況

教育を担当する省庁は、教育・科学・技術省（Ministry of Education, Science and Technology）である。ケニア国の学制は、1990年以降8-4-4制となっている。セカンダリースクールとハイスクールは4年間の中高等教育を指し、現在の学制下では同義である。ケニア政府は教育分野に力を入れて取り組んでおり、ナイロビに集中している高等教育はもとより、地方における初等・中等教育においても寄宿制の学校が多数あり、義務教育やそれに続く中等教育を受ける機会を高めている。現地調査を行った村落では、地域内または数kmの近隣に小学校があり、聞き取りによれば、「学齢に達した児童は全員学校に通っていて、水汲み労働のために学校に通えない子供はいない」、「1家族に1~10人ほどもいる子供の全員の学費・制服・教科書代は義務教育期間中無料であり、通学可能な子供は長子あるいは男児に限られない」ということであり、ケニア政府の教育施策が奏効しているものと考えられる。しかし、UNICEFや他ドナーからの報告ではこうした状況には地域差があり、地方部では過疎や貧困、性差のために学校に行けない子供が潜在的にいと推測されている。

また、聞き取りでは学校にいつている子供であっても、下校後に家庭内で水汲み労働を行うことが課せられているのは女兒が多いということであった。寄宿制の学校で、学内に水源が不足しているところでは、放課後に生徒が近隣の河川まで生活用水を汲みにいく活動が見られるが、この場合は男子生徒にも平等に課せられており、家庭内の水汲みと比べると性差は少ない。

## (9) 女性の作業

農村地域における、家庭内での女性の主な労働の内容は、炊事・洗濯・水汲み・薪拾い・育児・農作業・家畜の世話などである。女性により構成される社会グループとしては、「メリーゴーラウンド」と呼ばれる相互扶助活動が多くコミュニティに見られる。これは日本で江戸時代の庶民が利用した頼母子講（たのもしこう）に似たものであり、会員が掛け金を出し合って貯まった資金を用いて、順番に困窮者に融資する制度である。この制度によって得られるまとまった現金を利用して、個人が家庭内に小規模な雨水貯水槽を建設している例がある。

## (10) 水汲みの状況

山間部では早朝からポリタンクを背負った女性が水汲み作業に従事している。また、起伏の少ない平地では3~20kmの長距離をロバにポリタンクを括り付けるか、荷車に牽かせるなどして女性や子供が運搬する。この場合は重労働というよりも一日の生活に占める水汲み労働が4~7時間と長時間にわたることが特徴であり、こうした作業に従事するために就業・就学の機会を失っている状況が推察される。

男性が行う水汲みの形態は、モーターバイクや自転車などを用いて遠くの給水地か

ら長距離を運搬したり、近くの水源であれば、手押し車を用いて合計 100kg 近いポリタンクを運ぶなどである。男性が行う水汲み労働の形態は機動力を活かしたものであり、このため個人を比較すると男性の方が女性より水汲み運搬能力は高い。しかし、水汲み労働はそのほとんどが女性によって行われている。これは、「モーターバイクや自転車を持っているかどうか」、「近くに売水キオスクがあるかどうか」、「男性が水汲み労働に協力的であるかどうか」など、各家庭の状況如何である。調査対象地域において共通に、男女の水汲みの役割分担が決められているかどうかは不明である。

そのほか、水源が遠い地域では、家畜が牽引する荷車などを用いてポリタンクに汲んできた水を各戸に小売りする商人がいるところもあり、家畜などの水運搬手段を持たない人々や老人はこうした水売りから水を買っている。

集水作業を行う川は季節河川であり、乾季には表流水は全くみられない。集水は、岩床を避けて川原や川床を深く掘り、染み出てくる水を砂が混じらないようにひょうたんの殻などで掬う（写真 12～14 参照）。他に水源がないところでは、川床に深さが 6～7m に達する井戸を掘り、垂直に 3 人のバケツリレーで川床の湧水を汲み上げている箇所もある。

## 3-2 自然状況

### 3-2-1 気象

ケニア国では、Kenya Meteorological Department が気象観測を行っており、対象地域内には表 3-3 に示す 11 ヶ所の気象観測所が設けられている。しかし、大部分の観測所は気温と降水量の基本的な観測を行っているのみであり、風向、風速の観測を行っているのは 3 ヶ所にすぎない。また、現在では測定を中止している観測所も多く、大部分の観測では、降水量データも 1990 年代初頭以降のものはない。

#### (1) 気候区分

ケニア国の気候区分を図 3-1 に示した。ケニアでは、東部～北部の国土の約 3 分の 2 にあたる広い範囲が Arid 地域に属し、全体に高温、乾燥した気候が特徴である。Moist～Sub humid 地域に属するのは西南部のごく狭い地域であり、それをとりまくように Dry sub-humid 地域、さらにそれをとりまくように Semi-arid 地域が分布している。

対象地域の大部分は Semi-arid 地域に属しており、乾燥しながらも若干の降水がみられる地域である。しかし、東部ではかなり広い範囲が Arid 地域に属しており、この地域では降水量は他の地域に比べて特に少なく、気温も高い。

#### (2) 降水量

ケニア国における降水量の分布を図 3-2 に示した。ケニアにおいては西南部で降水量が多く、東北部で少ない。また比較的明瞭な乾季と雨季の区別がある地域が多く、総じて、3 月～6 月の大雨季、10 月～11 月の小雨季とそれ以外の乾季に区別される。

対象地域における降水量の記録を表 3-4 に示した。これをもとに、対象地域の降水量の特徴を要約すると以下の通りである。

- 対象地域の中でも、降水量は場所によって大きく異なる。年降水量は、一番少ない場所 (Mwingi) で 523mm/年、一番多い個所 (Kitui) では 1,081mm/年である。
- 地域別に、降水量が一番多いのは、Kitui 県であり、ついで Machakos 県、Makueni 県、Mwingi 県の順に少なくなる。
- 6 月～9 月の 4 ヶ月がもっとも降水量が少ない。この期間はほぼ例外なしに、降水量が 10mm/月以下となる。1 月～2 月も降水量が少ないが、この期間は 20～50mm/月の降水が見られる。
- ケニアでは、3 月～5 月を大雨季、10 月～12 月を小雨季とよんでいる。しかし対象地域では、11 月～12 月の降水量のほうが多く、ほぼ全域で 100mm/月以上の降水量があり、多いところでは 300mm/月を超える。それに対し、3 月～4 月では少ないところで 50mm/月程度、多いところでも 250mm/月程度の降水量である。

#### (3) 気温、湿度、日照、蒸発散

ケニア国における年平均気温の分布を図 3-3 に、対象地域における気温、湿度、日照、

蒸発散のデータを表 3-5 に示した。これをもとに、対象地域の特徴を要約すると以下の通りである。

- 気温はその地点の標高に反比例しており、西部で低く、東部で高いという明瞭な傾向が認められる。西部では年平均気温は 18 度～20 度であり、東部では 26 度～28 度である。最高気温、最低気温ともに 1 年を通じて大きな変化はないが、6 月から 8 月がやや気温が低く、2 月から 3 月にかけてやや高いという傾向がある。
- 湿度は、Kitui 県で高く、Makueni 県で低い。どの地点も年間を通じて大きな変化はないが、9 月から 10 月にかけてやや低く、4 月から 5 月にかけてやや高い傾向がある。
- 日照は地点ごとの大きな差は認められない（ただし、観測所ごとの測定方法、単位も異なるため正確な比較はできない）。全体に 5 月から 8 月の乾季に日照が少ないという常識とは異なった傾向をみせている。雨季の降水は主に夜間に降るというケニアの特徴によるものと考えられる。1 月から 3 月にかけては日照量が多い。
- 蒸発散は、Makueni 県で多く、Machakos 県で少ない。全体に、乾季、雨季と対応しており、乾季に多く、雨季に少ない。

#### (4) 風向・風速

ケニア国における風速年期待値を図 3-4 に、対象地域における風速 (wind run) のデータを表 3-5 に示した。これをもとに、対象地域の風の特徴を要約すると以下の通りである。

- ケニアにおいては風の観測データは極めて少ない。対象地域では、3 個所で風の観測が行われているが、風の状況はその地点の地形状況によって大きく異なるため、これをもって対象地域の代表値とすることは適切ではない。また、聞き取りによると、観測地点周辺が林に囲まれていたり、観測が地表近くで行われていたりする個所も多いことから、全体に風力・風速は小さめに測定されているとのことである。
- ケニア全体からみると、対象地域は比較的風の強い地域にあたる。特に、北東部はケニアの中でも特に風速期待値の高い地域 (5m/sec 以上) にあたっている。
- どの地点においても、風速は 9 月～10 月をピークとして段々と小さくなり、5 月～6 月に一番小さくなる。乾季の後半に一番大きく、乾季の初期に一番小さくなるとも言換えることができる。



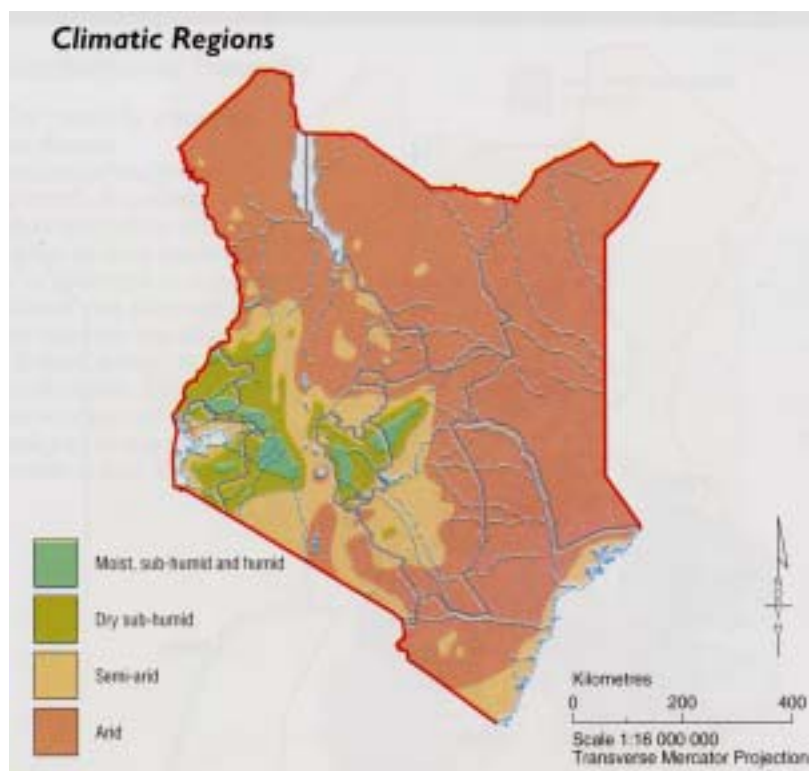


図 3-1 ケニアの気候区分  
 (出典：Macmillan ATLAS、Macmillan Kenya, 1999)

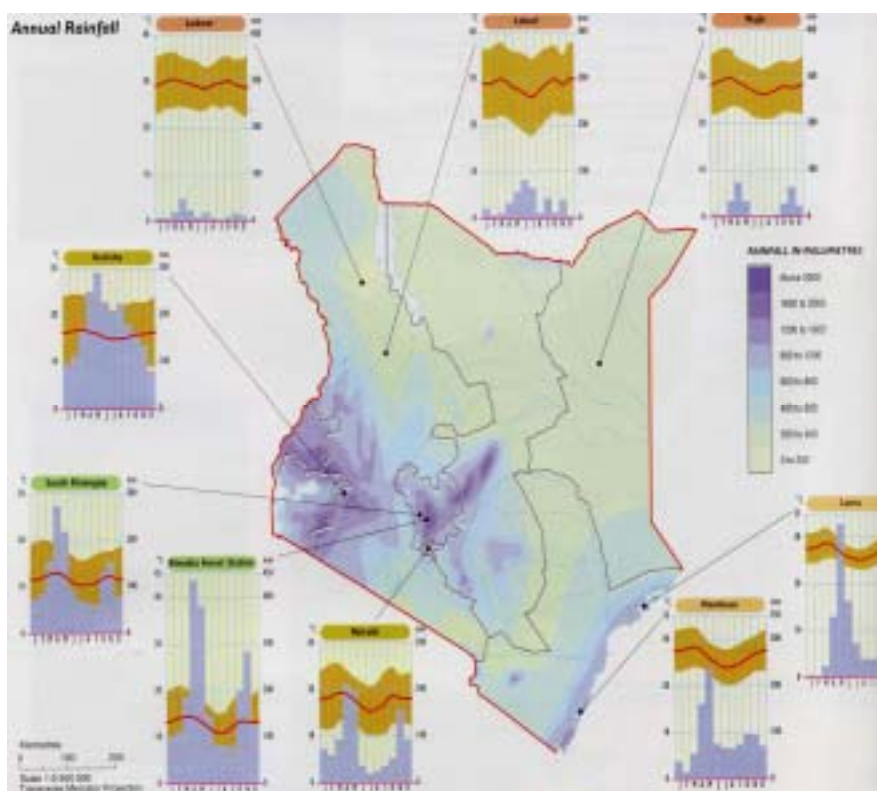


図 3-2 ケニアの降水量分布  
 (出典：Macmillan ATLAS、Macmillan Kenya, 1999)

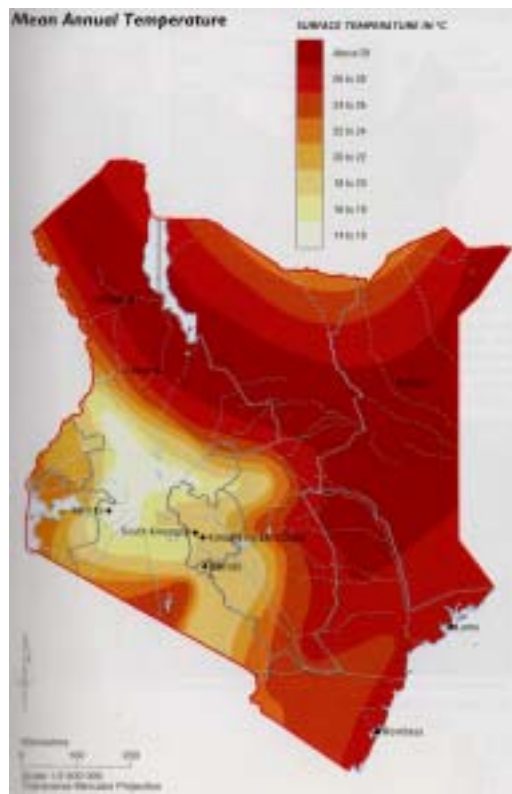


図 3-3 ケニアの気温分布（年平均気温）  
 (出典：Macmillan ATLAS、Macmillan Kenya, 1999)



図 3-4 ケニアの風速期待値分布  
 (出典：Design Manual for Water Supply in Kenya, Ministry of Water Development, 1986)



表 3-4 降水量一覽 (月別降水量)

	観測所 番号	測定期間	降水量 (mm)												年合計
			1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
<b>Kitui</b>	9138000	1909-1993	44.0	29.4	131.0	247.0	56.9	4.7	2.7	5.6	7.4	86.9	317.1	148.7	1081.4
	9138001	1947-1994	38.8	19.0	62.7	119.9	26.1	3.9	2.5	3.3	7.5	41.8	277.4	166.7	769.6
	9138014	1963-1991	39.0	37.0	113.2	246.7	47.6	5.6	3.3	6.5	10.8	76.2	301.7	114.3	1001.9
	9138011	1951-1989	34.1	25.7	80.4	145.6	34.1	2.0	0.9	3.9	2.9	91.9	309.9	128.9	860.3
<b>Mwingi</b>	9138007	1914-1992	24.3	15.1	59.7	108.9	16.0	1.1	0.2	2.6	3.7	43.5	138.4	109.5	523.0
	9138008	1920-1993	30.8	18.7	80.3	169.7	32.2	3.1	1.7	3.3	5.5	56.1	255.0	124.9	781.3
<b>Machakos</b>	9137020	1929-1990	62.7	53.5	125.2	215.8	69.1	5.7	3.2	4.5	4.9	72.1	245.8	123.1	985.5
	9137089	1904-2002	50.5	39.3	81.9	137.6	54.6	8.5	4.1	4.2	5.5	42.6	160.6	96.0	684.9
	9137162	1953-1998	20.9	25.1	100.2	245.7	38.3	16.1	1.9	2.6	8.8	61.3	198.1	101.9	820.9
<b>Makueni</b>	9237000	1956-2002	44.0	29.5	72.0	111.5	28.5	2.4	0.7	1.1	2.0	29.6	191.8	118.6	631.7
	9137075	1976-2002	48.2	36.1	80.5	147.4	43.9	9.7	2.5	4.6	5.0	55.4	185.7	101.5	720.5

表 3-5 気温、湿度、日照、蒸発散、風力一覧

項目	地点番号	地域	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年平均
最高気温 (°C)	9138014	Kitui	27.7	28.8	28.9	27.5	26.2	25.2	24.7	25.0	26.7	28.1	26.9	26.6	26.9
	9137089	Machakos	25.8	27.3	26.7	25.1	24.1	23.0	22.1	22.6	25.0	26.3	24.2	24.2	24.7
	9237000	Makueni	29.1	30.8	29.9	28.5	27.6	26.6	26.7	28.3	28.6	29.8	28.5	27.6	28.5
最低気温 (°C)	9138014	Kitui	14.2	15.2	16.1	16.8	15.0	13.2	12.6	13.0	13.2	15.2	16.2	14.9	14.6
	9137089	Machakos	13.7	14.1	15.1	15.5	14.2	11.9	11.4	11.5	1.2.1	13.7	15.0	14.2	13.5
	9237000	Makueni	17.3	17.9	18.4	18.5	17.0	14.8	13.9	14.3	15.2	17.0	18.1	17.9	16.7
湿度 (%)	9138014	Kitui	60	56	59	62	62	61	61	57	52	49	64	65	59
	9137089	Machakos	50	46	49	63	62	56	56	55	46	43	58	58	53
	9237000	Makueni	48	41	43	51	51	46	45	43	39	39	51	56	46
日照 * (Langley ) or (MJ/sq. m)	9138014	Kitui	587	595	579	532	487	443	406	426	519	549	529	564	518
	9137089	Machakos	25.21	25.85	25.15	21.39	19.01	17.19	15.23	16.37	21.33	23.28	21.64	23.24	21.24
	9237000	Makueni	24.9	27.4	25.8	22.7	22.2	19.6	18.2	17.8	23.4	26.0	22.4	23.7	22.8
蒸発散 (mm)	9138014	Kitui	168	172	190	157	144	140	138	152	184	196	159	152	1952
	9137089	Machakos	168	180	195	151	118	97	98	113	155	190	142	141	1751
	9237000	Makueni	177	188	212	169	155	147	144	161	199	220	172	151	2095
風力 (wind run) (km)	9138014	Kitui	59.4	66.5	71.6	72.7	75.6	77.7	88.2	103.2	109.7	104.5	68.7	57.6	79.3
	9137089	Machakos	153.0	159.9	159.8	123.1	103.9	99.6	109.7	128.1	158.7	179.6	149.6	137.2	138.5
	9237000	Makueni	129.8	145.3	154.3	127.5	118.4	118.7	130.4	152.3	180.4	193.3	151.2	123.6	143.8

\*日照単位：9138014地点は Langley, その他地点は(MJ/sq. m)

### 3-2-2 地形・地質・水文

ケニア国においては以下の地形、地質資料が利用できる（このうち一部は調査団にて入手済み、巻末収集資料参照）。

- 地形図（縮尺 1:50,000）

対象地域全域を 73 枚でカバーしている。入手手続きに時間がかかるため、今回調査ではこれらを購入していない。基本設計調査にむけて MoWRMD から関係機関に入手依頼レターを提出済みであるため、基本設計調査開始時点では直ちに入手可能である。縮尺 1:50,000 以外の縮尺の地形図も販売されているが、これらは 1/200,000- 1/1,000,000 の大縮尺であり、調査に使用するには不向きである。

- 地質図（縮尺 1:50,000）

対象地域の約半分の地域について入手可能である。入手可能なものは今回調査で購入し、収集資料としている。

- 地質図（縮尺 1:1,000,000）

今回調査で購入済み。

#### (1) 地形

対象地域の地形は、西部で高く（1500m 前後）東部で低い（500m 前後）比較的一様な形状を示している。全体に緩やかな丘陵地形の中に孤立丘が点在するアフリカ特有の地形が多くを占めている。こうした地形では丘陵頂部と谷底との比高が 10~30m 程度であり、比較的小さい。

しかし、Machakos 県、Kitui 県の一部ではやや急峻な山地地形を呈する個所もある。こうした個所では、山頂部と谷底との比高は数百 m を超える個所もみられる。また、対象地域には Yatta 台地とよばれる特異な地形がある。これは、Machakos 東部から Makueni 東南部にかけて延びる細長い台地である。台地の幅は 3~4km であるが、延長は約 300km に及ぶ。台地頂部はほぼ平坦であり、頂部と隣接河川の比高差は、西部で数 10m、東部では約 200m である。また、この Yatta 台地に隣接して、Machakos 西部~北部では比較的広い範囲に平坦な台地地形が広がっている。これは Yatta 台地と成因を同じくする玄武岩台地と考えられる。

#### (2) 水文

対象地域は、Yatta 台地を境に、西部は Athi 川流域、東部は Tana 川流域に区分される。両河川とも本川は乾季でも水は涸れることはないが、その支川はほぼ例外なしに乾季には表流水は枯渇するとのことである。河川の流量観測は、本川と一部の支川についてはいくつかの地点で実施されている。入手資料によると、対象地域では Machakos 県で 17 個所、Kitui 県で 2 個所の観測地点が設けられている。しかし、現在も観測が継続されているのは 1 地点のみであり、残りは 1960 年代~1970 年代に観測は中止されている。また、データの整備状況も悪く、入手したデータは信頼性に乏しい。観測地点の

詳細、データの信頼性については、今回調査期間内では詳細をつめることができなかったため、基本設計調査実施時点で改めて精査する必要がある。

### (3) 地質

対象地域の地質図を図 3-5 に示す。対象地域の地質は、基盤が先カンブリア紀(25 億年前)の岩石で構成され、その上位に新生代の噴出岩が分布し、谷部ではそれらを覆って第四紀の半固結堆積物が分布している。

対象地域の大部分を占めて分布するのは先カンブリア紀の岩石であり、新しい地層(噴出岩、堆積物)に覆われている場所でも、地下浅所でこの先カンブリア紀の岩石が分布している。この地層は、主として花崗岩、花崗片麻岩、珪岩、黒雲母片岩、角閃石片麻岩、角閃岩などで構成されている。全体に、非常に硬質で亀裂が少なく、全体に風化は薄い。新鮮な岩盤が露頭する部分では、極めて硬質で、のっぺりとして亀裂はまったく見られない岩盤が分布する個所も多い。

この地層では、地下水は裂カ水として亀裂沿いに胚胎されている。現地地質専門家の話では、この地層では比較的浅い部分の亀裂の多い個所を狙って地下水開発を進める必要がある。深部では亀裂がほとんどなく、また非常に硬質となるため地下水開発は困難であるとのことである。また、一部の地域(例えば Machakos 近傍)では、極めて硬質な岩盤(珪岩と思われる)が浅所から出現するため、ボーリング掘進の能率が悪いことが知られている。

先カンブリア紀の地層を覆って分布する新世代の噴出岩は、先述の Yatta 台地と Machakos 北部、西部の平坦地形を形成している。この地質は大部分が新生代第三紀(1,000 万年前)に近傍火山から噴出した玄武岩と考えられる。この地層は、亀裂が多く、比較的良好な帯水層を形成しているものと考えられる。しかし、Machakos 西部、北部のものは、複数の溶岩流によって形成された地層と考えられるため、地下水の挙動はやや複雑(地下水胚胎層と枯渇層が交互に出現)と考えられる。また、層厚は数 10m 程度と比較的薄いと予想され、さらに透水性が比較的良好であることから、乾季には地下水位がかなり低下する可能性がある。

これらの岩盤を覆って、第四紀の半固結堆積物が分布する。対象地域東部の地表付近では Mwingi 県を中心にこの層が広く分布している。この地層は、やや固結した砂礫、砂などで構成されており、比較的良好な帯水層であると考えられる。ただし、層厚は薄く(10m~数 10m)、透水性が良いため乾季には地下水位は非常に深くなるものと予想される。また、対象地域の河川、谷沿いにも第四紀の未固結堆積層が分布している。この地層は砂、砂礫で構成され、河川の近傍にあるため小規模な帯水層として利用されている。しかし、特に対象地域では分布範囲は狭く、層厚は非常に薄い。そのためこの層を開発対象として考えるには非常に限りがあると考えられる。

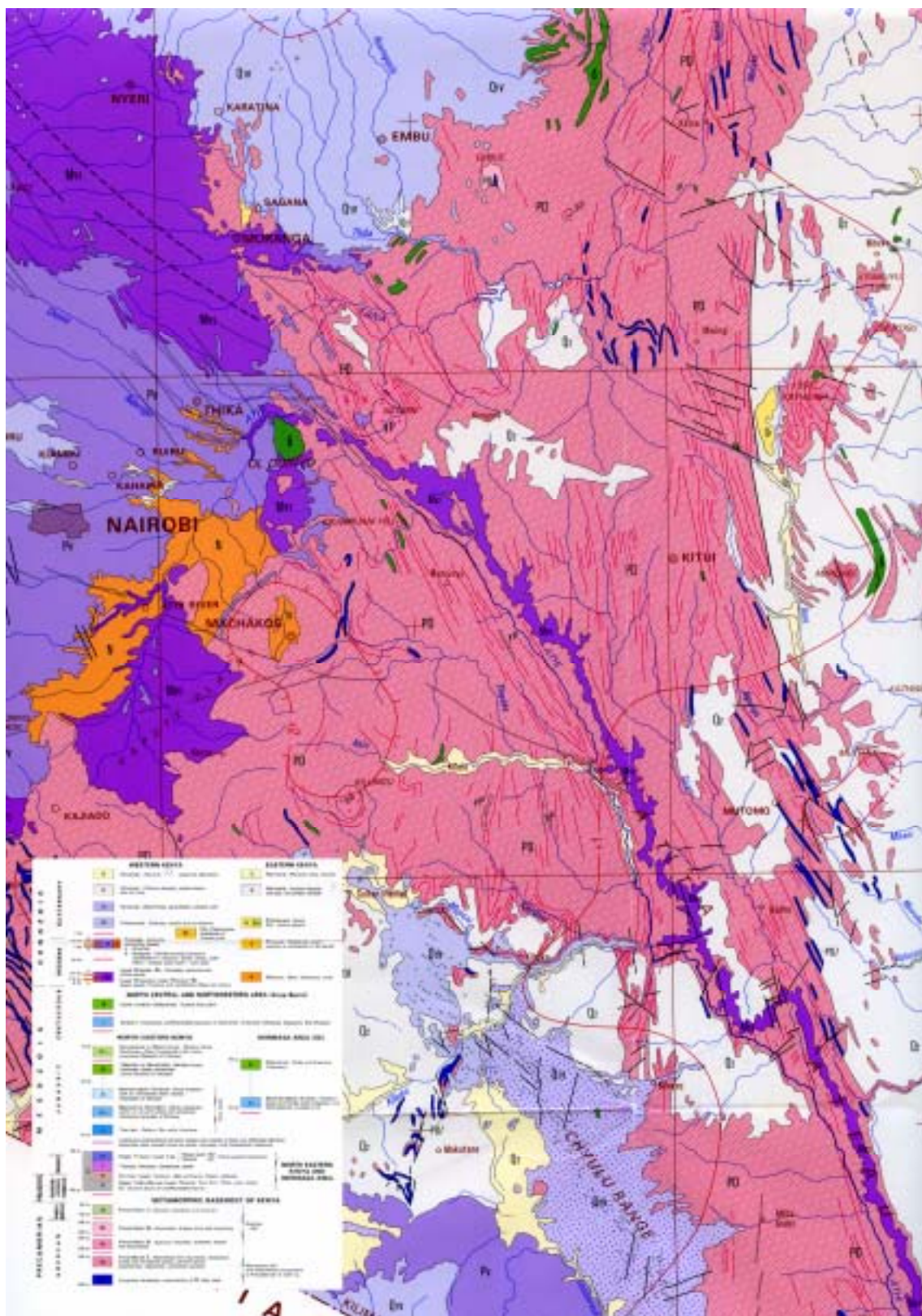


图 3-5 对象地域地質図



### 3-3 地下水の現況

ケニア国においては植民地時代に掘削された井戸が現在でも使用されており、それ以降現在までの井戸が台帳として整備されている。MoWRMD 担当者によると、この台帳には若干の記載もれ、誤記入があり、井戸位置が不明なものも多いものの、基本的に対象地域にあるすべての井戸（空井戸も含む）が記載されているとのことである。本予備調査に先立ち、MoWRMD と長期専門家/JICA ケニア事務所により実施された事前調査（Preliminary Study on Groundwater Development in Machakos, Makueni, Kitui and Mwingi Districts, March 2003）ではこの台帳の再整理が行われ、いくつかの井戸では現地での再確認まで実施されている。ここでは、この事前調査の結果をふまえ、そのデータを再度加工することにより、対象地域の地下水の状況を要約する。

#### (1) 井戸深度、水位、揚水量

井戸台帳をもとに、既存井の分布、深度、静水位、揚水量を以下の図に整理した。

図 3-6 既存井戸深度分布図

図 3-7 既存井戸静水位分布図

図 3-8 既存井戸揚水量分布図

図 3-9 既存井戸静水位-井戸深度関係図

図 3-10 既存井戸揚水量-井戸深度関係図

これらの図表、現地での聞き取りならびに既存資料をもとに、対象地域の井戸深度、水位、揚水量の状況を要約すると以下の通りである。

- 既存井戸の分布状況は偏りがあり、Machakos 県に井戸が集中している。また、東部（特に 38 度 30 分以東）では井戸はほとんどない。さらに、Kitui-Makueni、Kitui-Machakos 県境付近の一带も井戸が非常に少ない。また、Machakos 県の一部（特に南部）でも井戸の数が少ない地域がみられる。
- 井戸深度は 150m までのものが大部分で、40m～120m 付近のものが特に多い。井戸深度の地域的な偏りは認められず、どの地域でも浅い井戸から深い井戸まで均等に分布している。
- 静水位は井戸深度とともに深くなっている。その下限は井戸深度 100m で静水位 60m 程度である。静水位の分布についても地域的な偏りは認められない。
- 揚水量は広い範囲にばらついており、60m<sup>3</sup>/h という多量の揚水量を示す井戸もある。しかし、大部分の井戸は揚水量 15m<sup>3</sup>/h 以下であり、全体に 3～5m<sup>3</sup>/h の揚水量を示すものが多い。井戸深度と揚水量の間には明瞭な相関はなく、100m 以上の井戸ではかえって揚水量が減少する傾向がある。また、揚水量についても地域的な偏りはない。ただ、一部 Machakos 県南部の井戸の少ない地域では、空井戸の多い個所が認められ、地下水開発が難しい地域であることを示している。

## (2) 水質

井戸台帳の中で水質試験データが記載されているものは比較的少なく、またその中でも井戸の位置が明確になっているものは少ない。ここでは、井戸台帳資料から、水質データがあり、ケニアにおいて水質基準が定められている水質項目を、以下の図に整理した。

図 3-11 既存井戸水質分布図（鉄、マンガン、フッ素）

：水質と井戸位置が明確になっているもの

図 3-12 既存井戸水質-深度関係図（pH、TDS、濁度、色度、硬度、塩素、フッ素、鉄、マンガン、ナトリウム、硫酸塩、硝酸性窒素、電気伝導度）

：水質資料のみのデータならびに井戸位置が明確になっているものの双方

これらの図表、現地での聞き取りならびに既存資料をもとに、対象地域の地下水水質の状況を要約すると以下の通りである。なお、ケニアにおける水質基準については、4-3-2 水質の問題（表 4-4 水質基準一覧）を参照されたい。なお、水質基準は3段階となっており、最も厳しい基準は「基準値」、中間のものは「基準値（望ましい値）」、もっとも緩やかなものは「基準値（許容値）」と表記した（水質項目によって、定められている基準値の種類が異なる）。

- pHは、大部分のものが基準値である6.5～8.5の間にはいつている。ただ、Machakos 県では、pHが8.5を超えるもの、6.5より小さいものがやや目立つ。
- TDSは大部分が基準値（許容値）である1,500mg/l以下である。ただ、Makueni 県およびMwingi 県でかなり基準値を超えるものがみられる。また、深度的には60m～100mの付近で基準値を超えるものが多い。
- 濁度は大部分が基準値（許容値）である25以下である。ただ、Machakos 県およびMakueni 県でやや基準値を超えるものが多い。
- 色度は大部分が許容値である50以下である。ただ、Machakos 県でやや許容値を超えるものが多い。
- 硬度は、かなり多くのものが基準値（望ましい値）である500mg/lを超えている。特にMakueni 県およびMwingi 県で基準値を超えているものが多い。
- 塩素は、やや多くのものが基準値（許容値）である600mg/lを超えている。特にMakueni 県とMwingi 県で許容値を超えるものが多いが、それに対して、Machakos 県では殆どが基準値以内に収まっている。また、深度的には、60～100mの付近で大きな値を示すものが多い。
- フッ素は、かなり多くが基準値である1.5mg/lを超えている。しかし、基準値（許容値）である3.0mg/lを超えるものは、それほど多くない。基準値を超えるものは、特にMachakos 県に多く、ついでMakueni 県、Mwingi 県でも見られる（ただし、資料数が少ないため、これが一般的な傾向かどうかは不明である）。また、特に100mを超える井戸で基準値を超える割合が多くなる傾向がある。平面的な分布はあまり明瞭ではないが、Machakos 県西部の狭い範囲では、他地域

に比べるとフッ素が基準値を超えるものが多い地域が認められる。

- 鉄分は、やや多くが基準値（許容値）である 1.0mg/l を超える。特に Machaks 県で基準値を超えるものが多いほか、Makueni 県でも基準値を超えるものが散見され、Kitui 県では数は少ないものの、非常に高い値を示すものがみられる。
- マンガンは、やや多くが基準値（許容値）である 0.5mg/l を超える。特に基準値を超えるものが多い地域、深度は見られず、全体に基準値を超えるものが点在している。
- ナトリウムは、やや多くが基準値（望ましい値）である 200mg/l を超える。特に基準値を超える井戸が多い県は見られない。全体に 100m までの浅い深度で基準値を超える井戸が多い傾向がある。
- 硫酸イオンは、やや多くが基準値（望ましい値）である 400mg/l を超えている。特に Makueni 県で超えるものが多い。
- 硝酸性窒素は大部分が基準値である 10mg/l 以内にある。ただ、Makueni 県および Mwingi 県でこの基準値を超えるものが散見される。

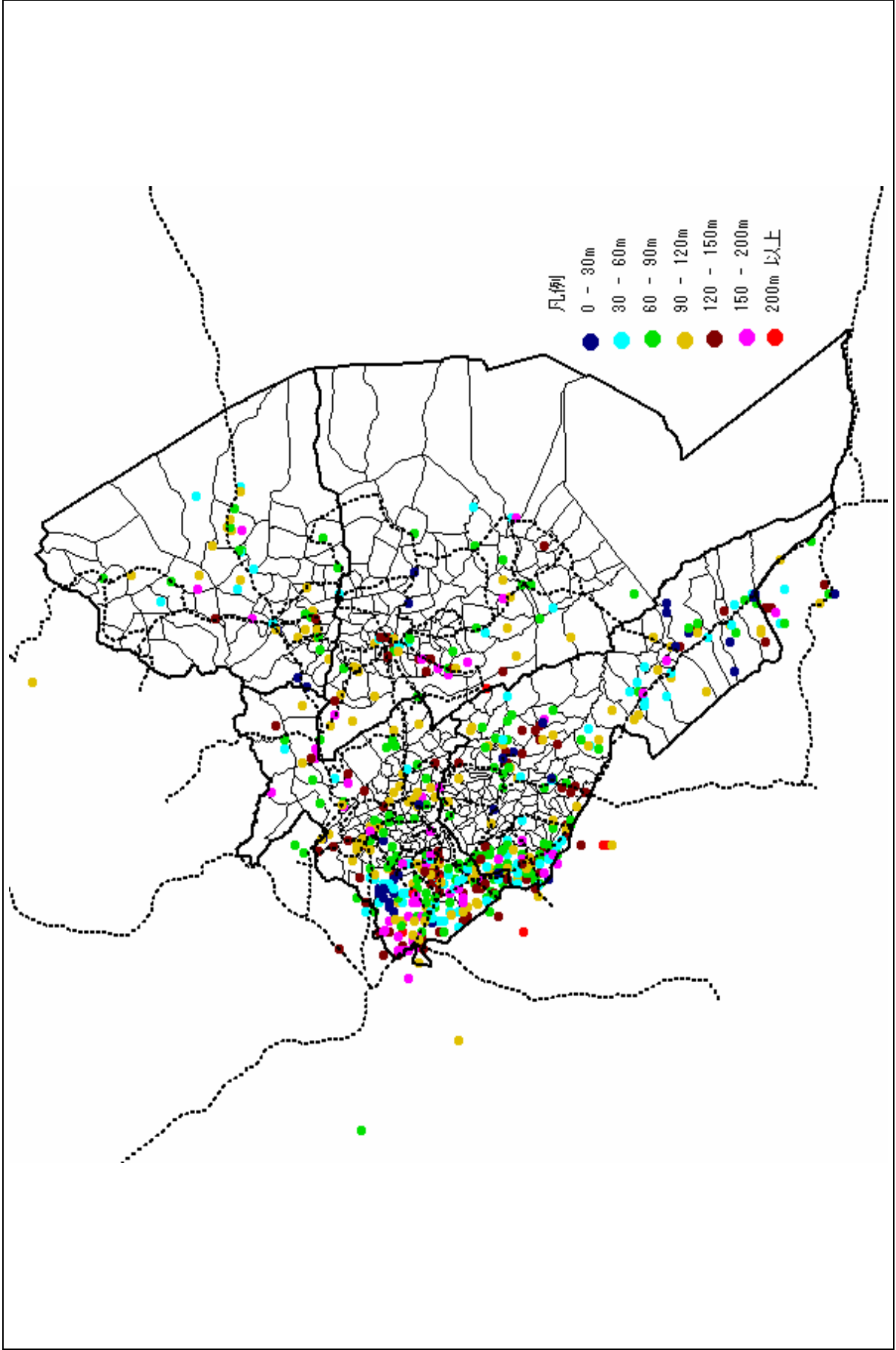


图 3-6 既存井戸深度分布图

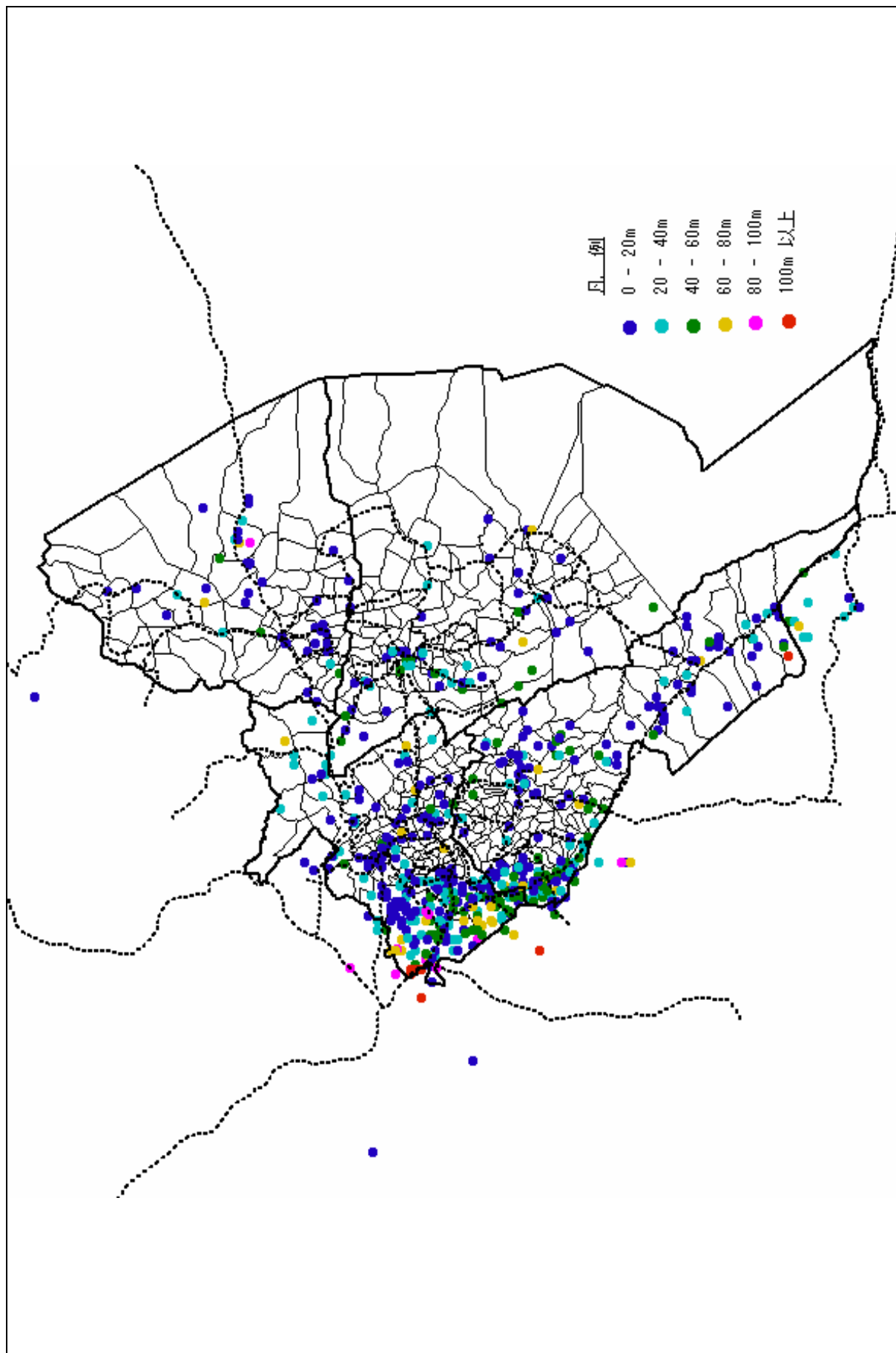


图 3-7 既存井戸静水位分布图

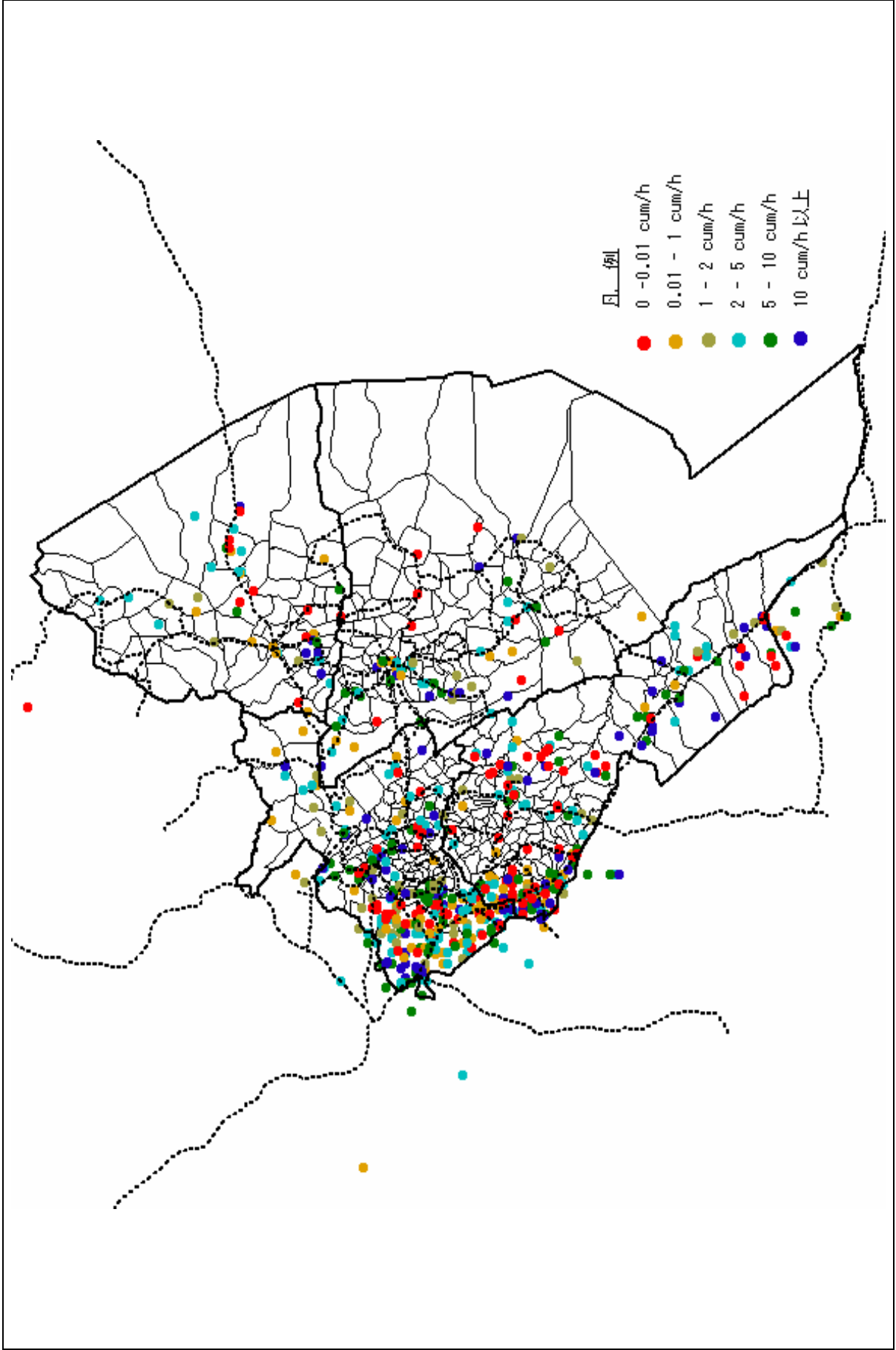


图 3-8 既存井戸揚水量分布图

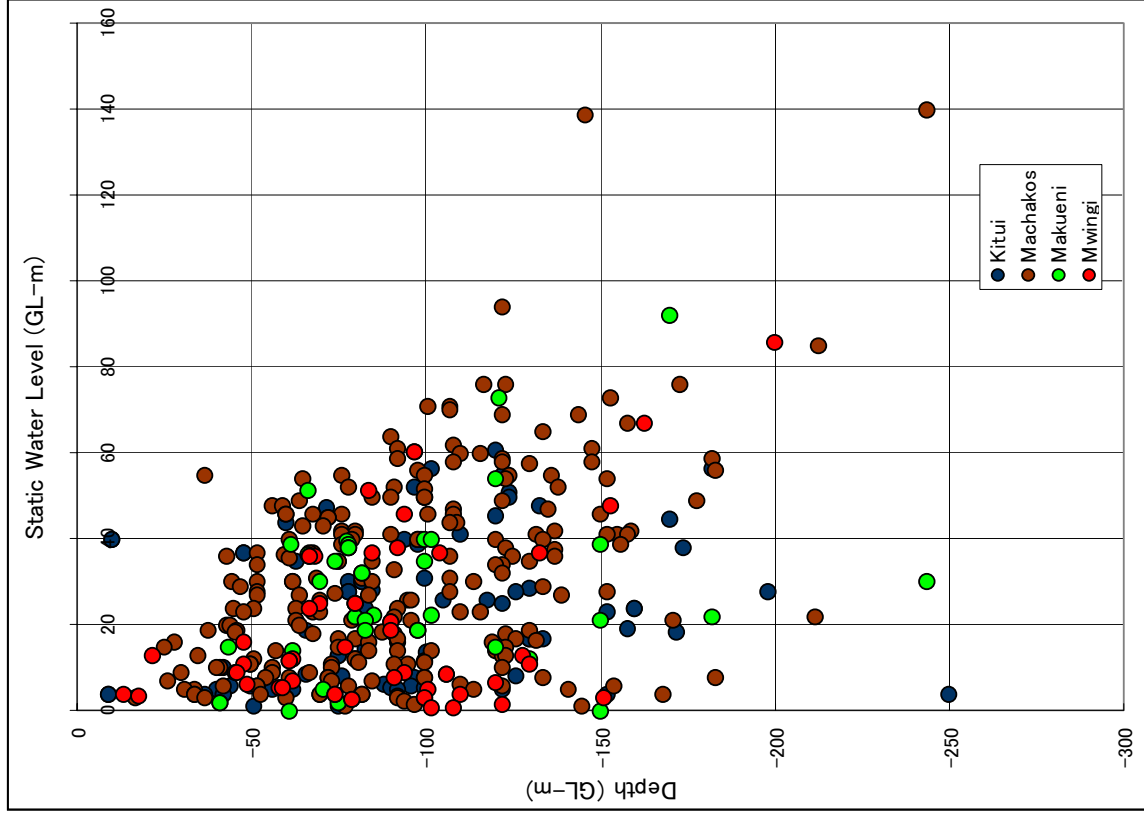


図 3-9 既存井戸 静水位-井戸深度 関係図

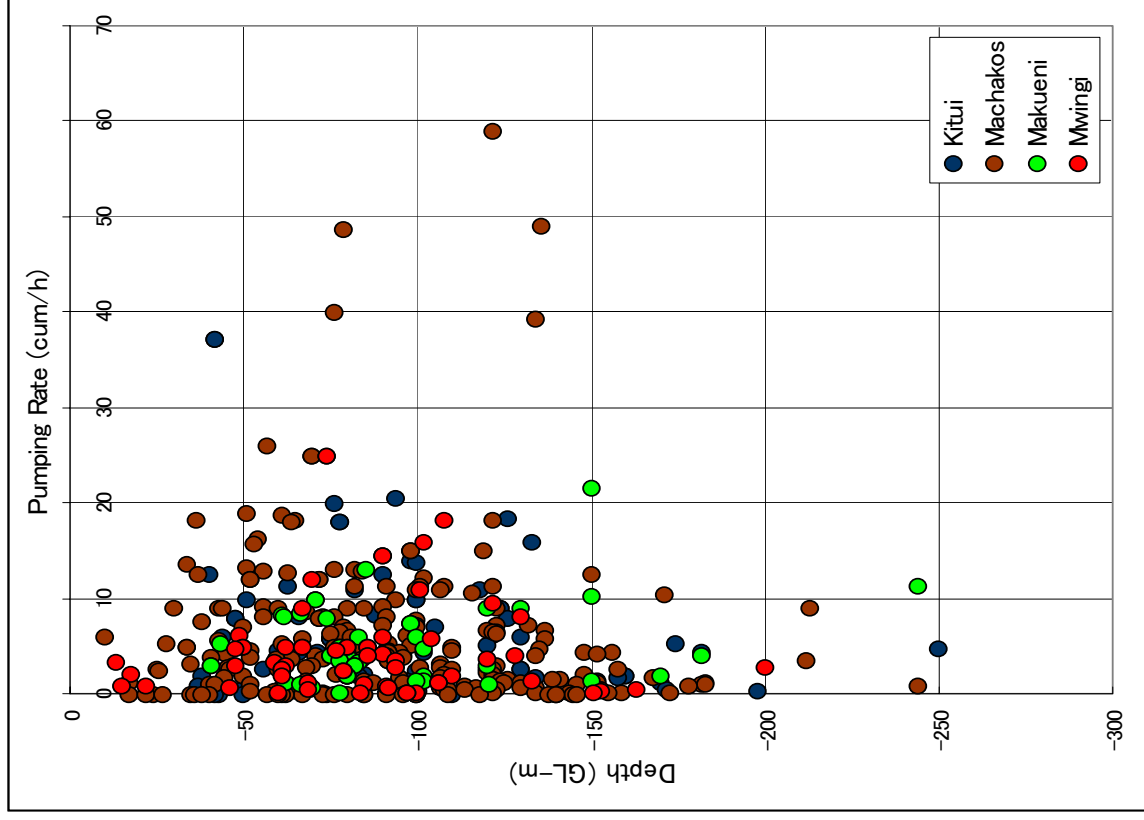


図 3-10 (a) 既存井戸 揚水量-井戸深度 関係図

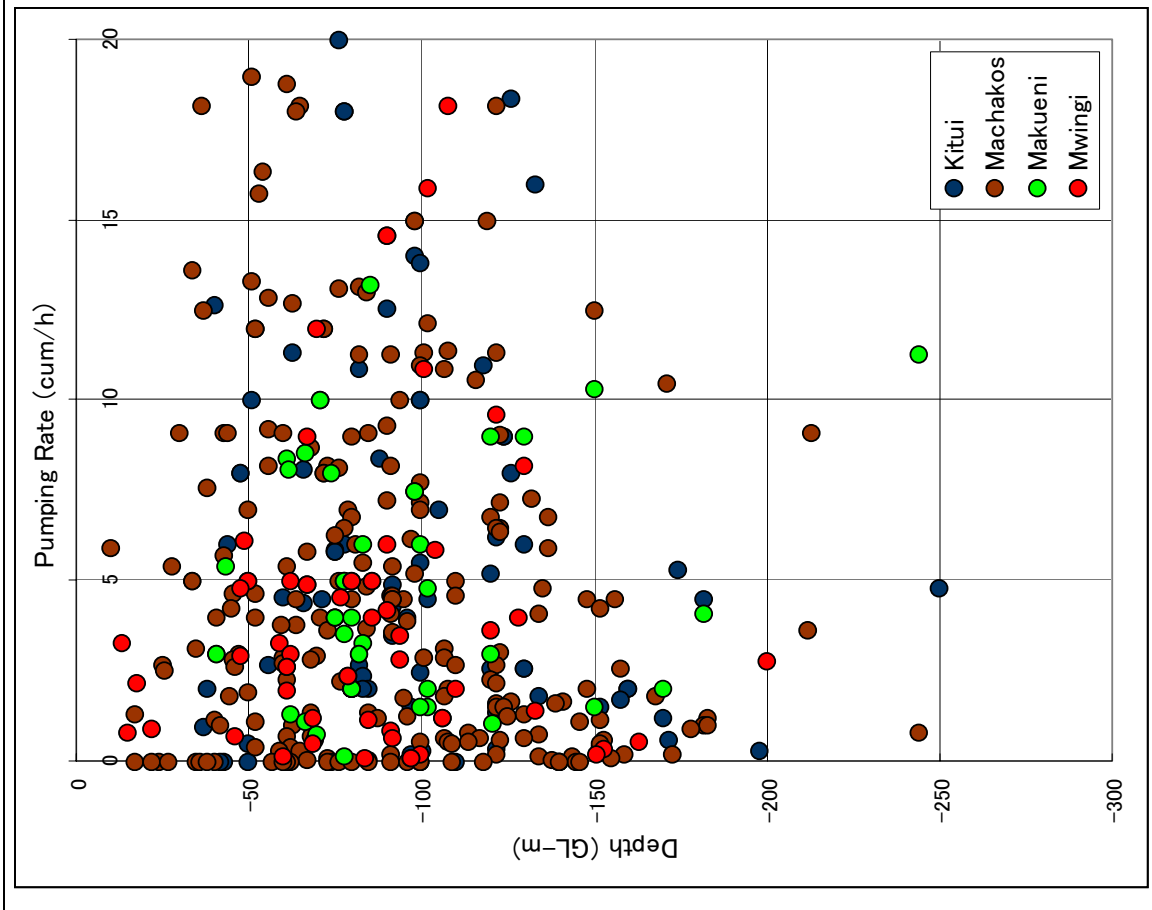


図 3-10 (b) 既存井戸 揚水量-井戸深度 関係図 (拡大)

(20 cum/h までの部分を抜きだして拡大)

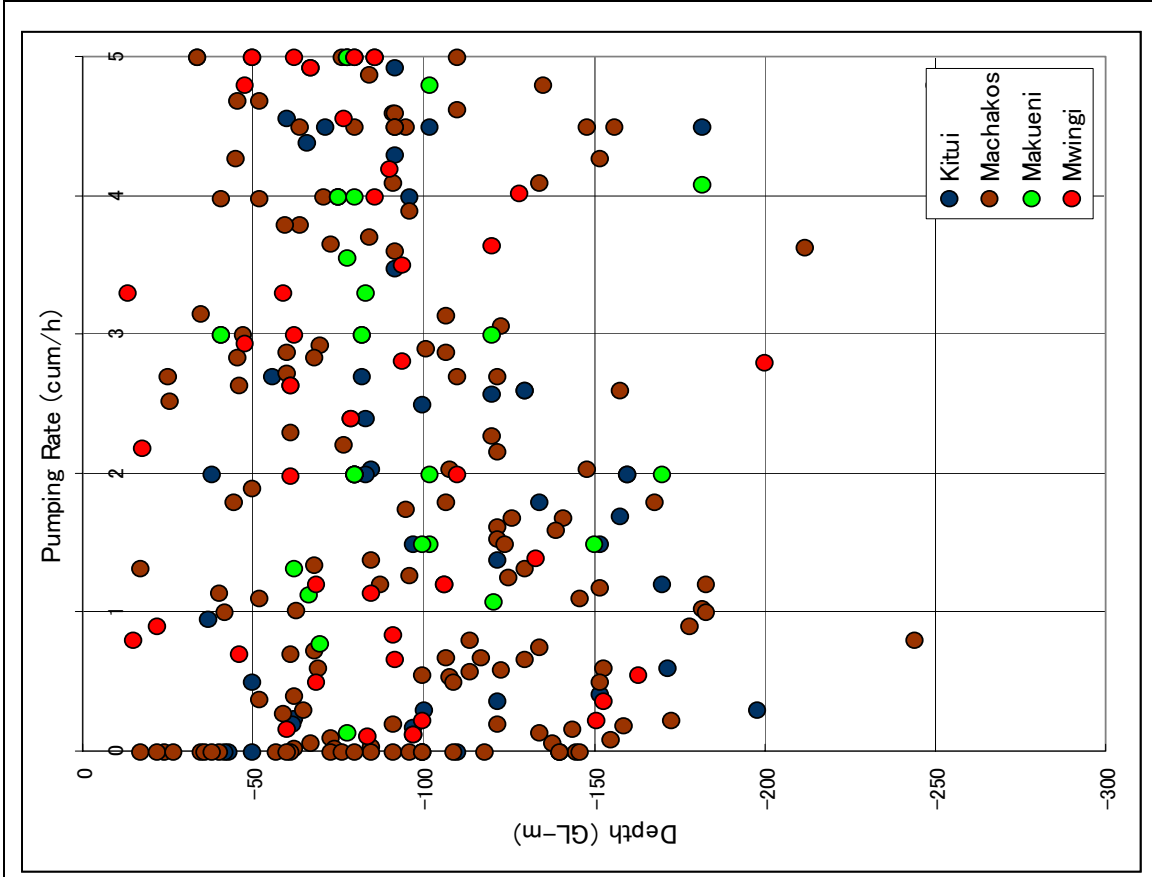


図 3-10 (c) 既存井戸 揚水量-井戸深度 関係図 (拡大)

(5 cum/h までの部分を抜きだして拡大)



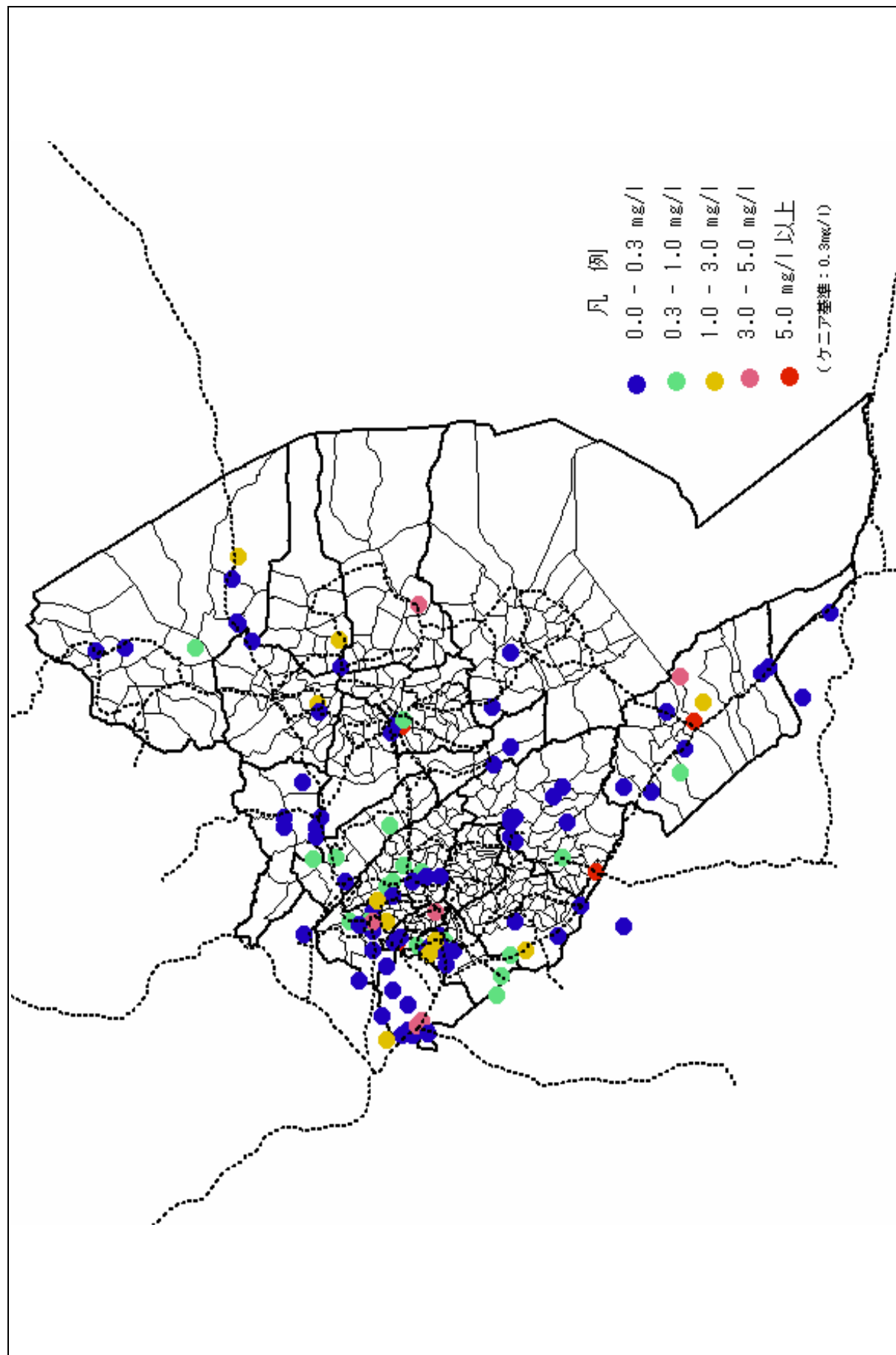


図 3-11 (a) 既存井戸水質分布図 (Fe:鉄分)

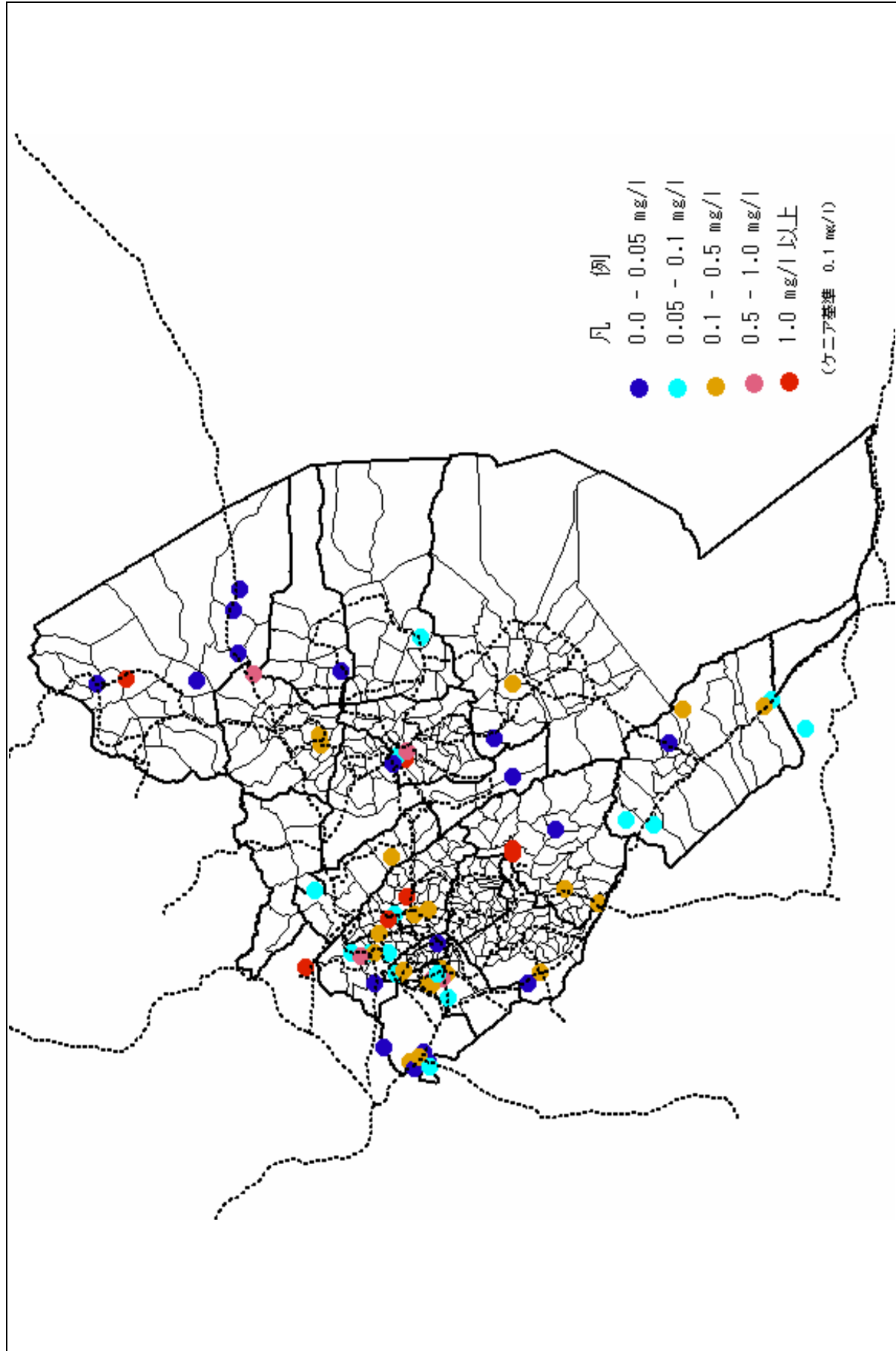


図 3-11 (b) 既存井戸水質分布図 (Mn:マンガン)

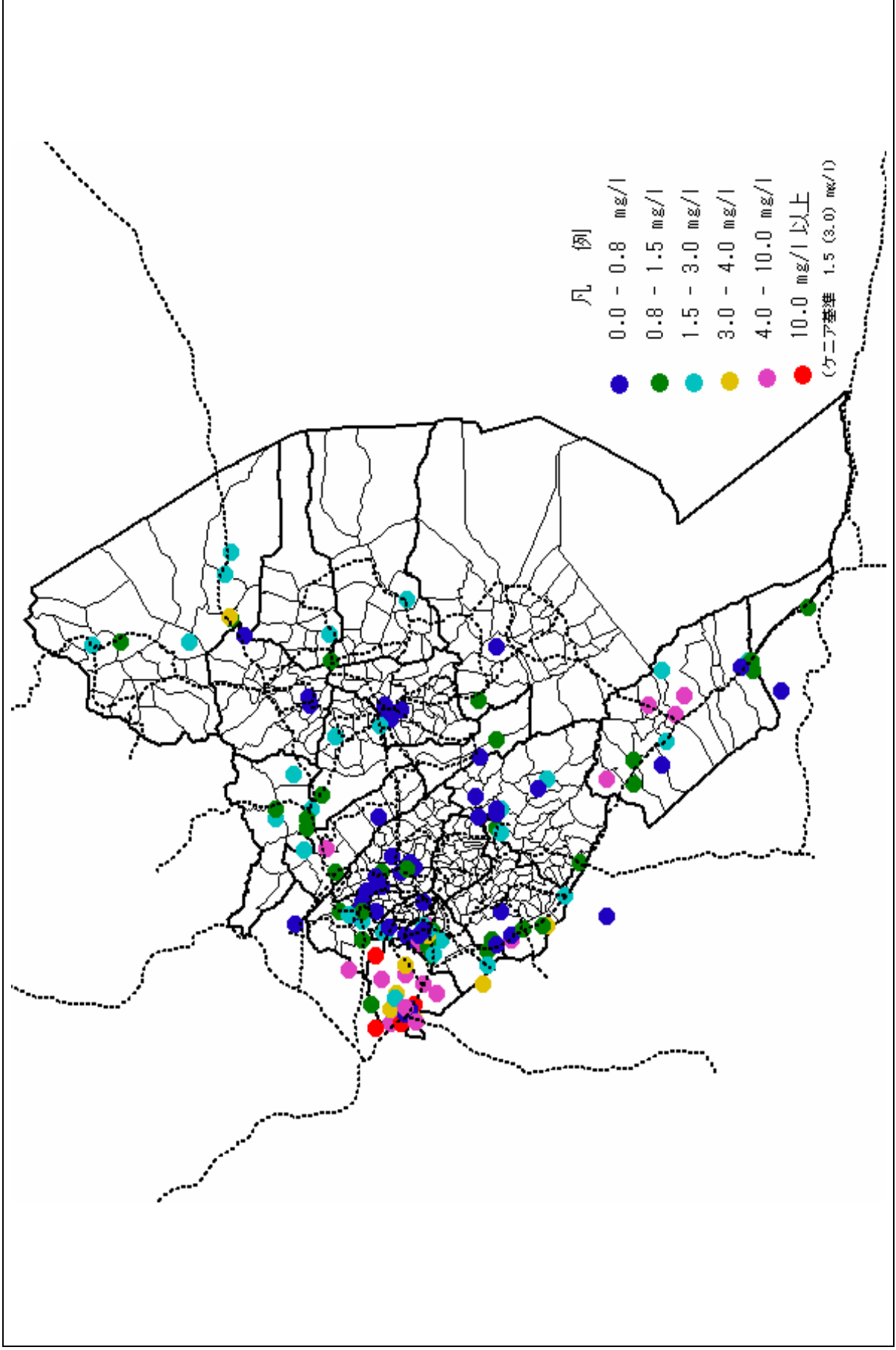


図 3-11 (c) 既存井戸水質分布図 (F:フッ素)

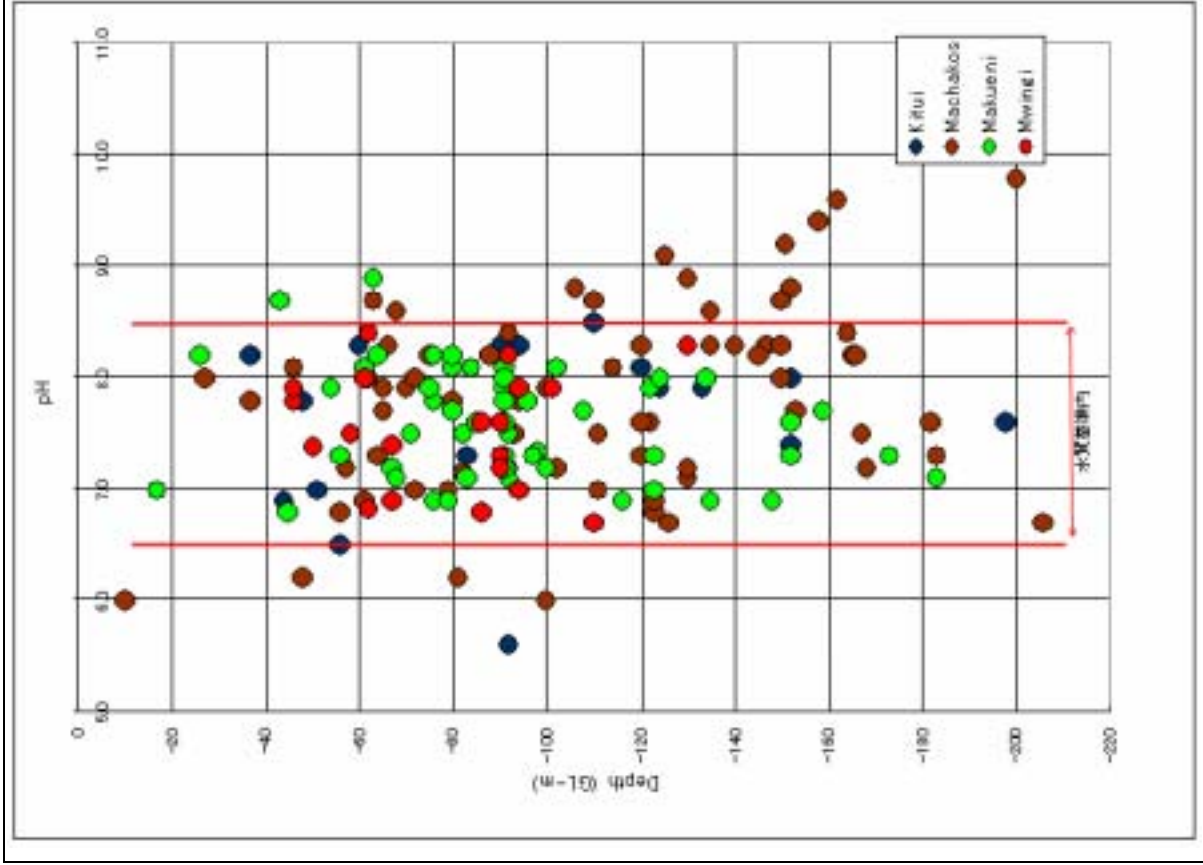


図 3-12 (a) 既存井戸水質-深度関係図 (pH)

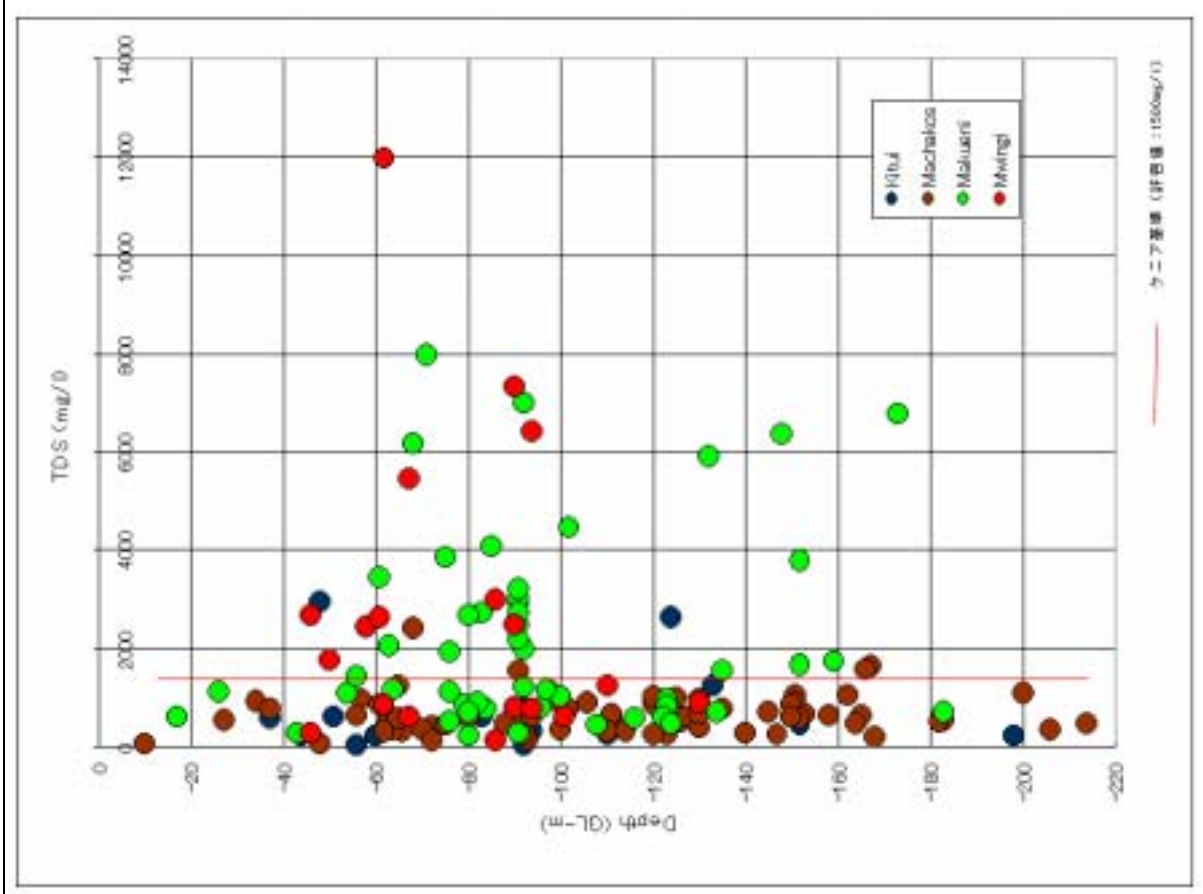


図 3-12 (b) 既存井戸水質-深度関係図 (TDS)

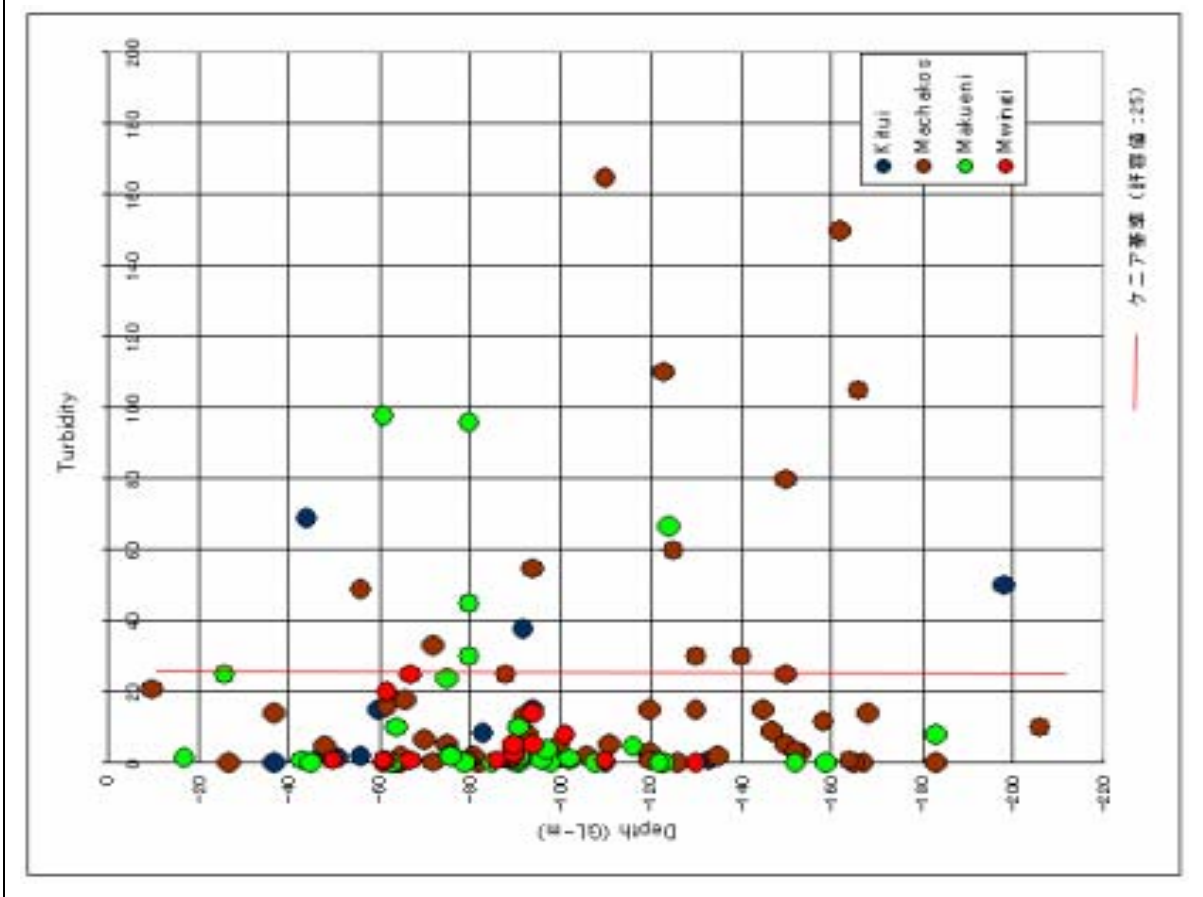


図 3-12 (c) 既存井戸水質-深度関係図 (濁度)

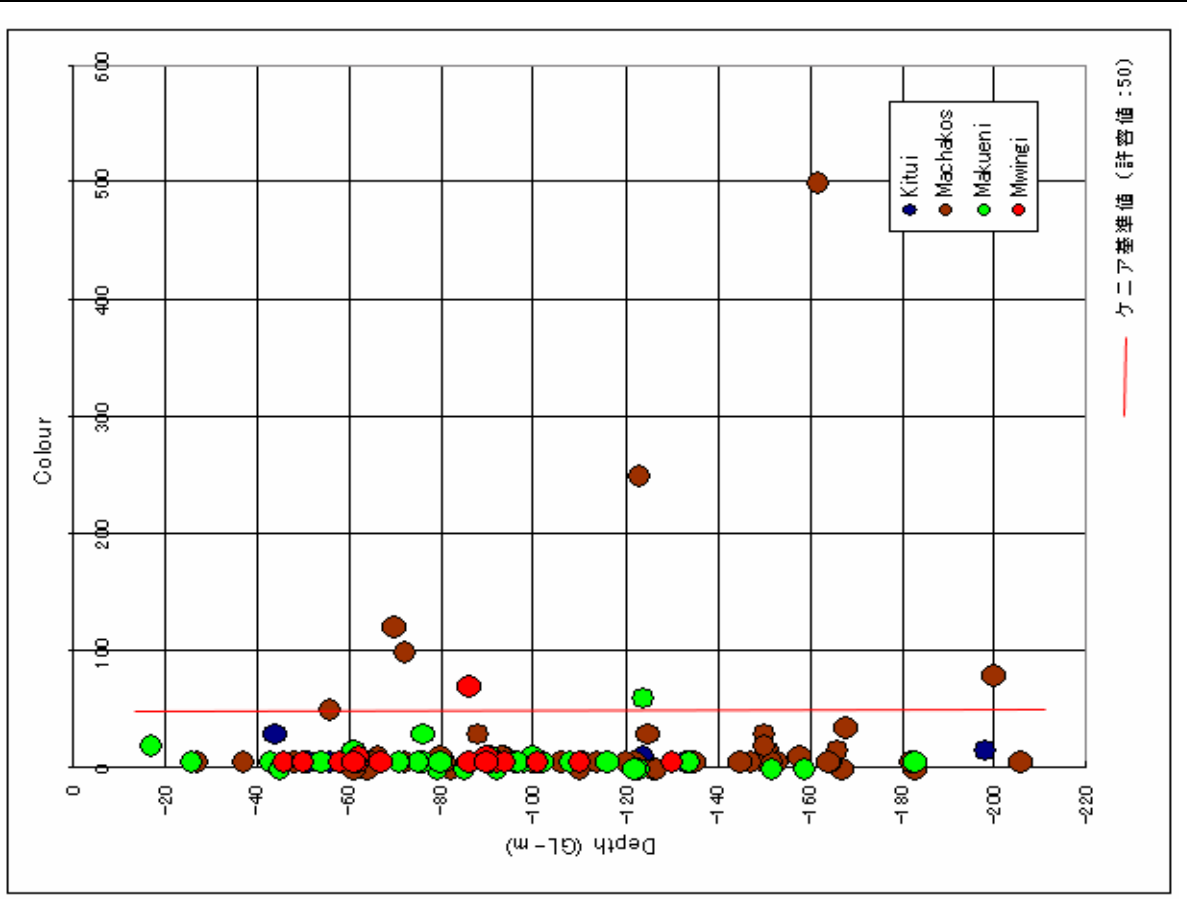


図 3-12 (d) 既存井戸水質-深度関係図 (色度)

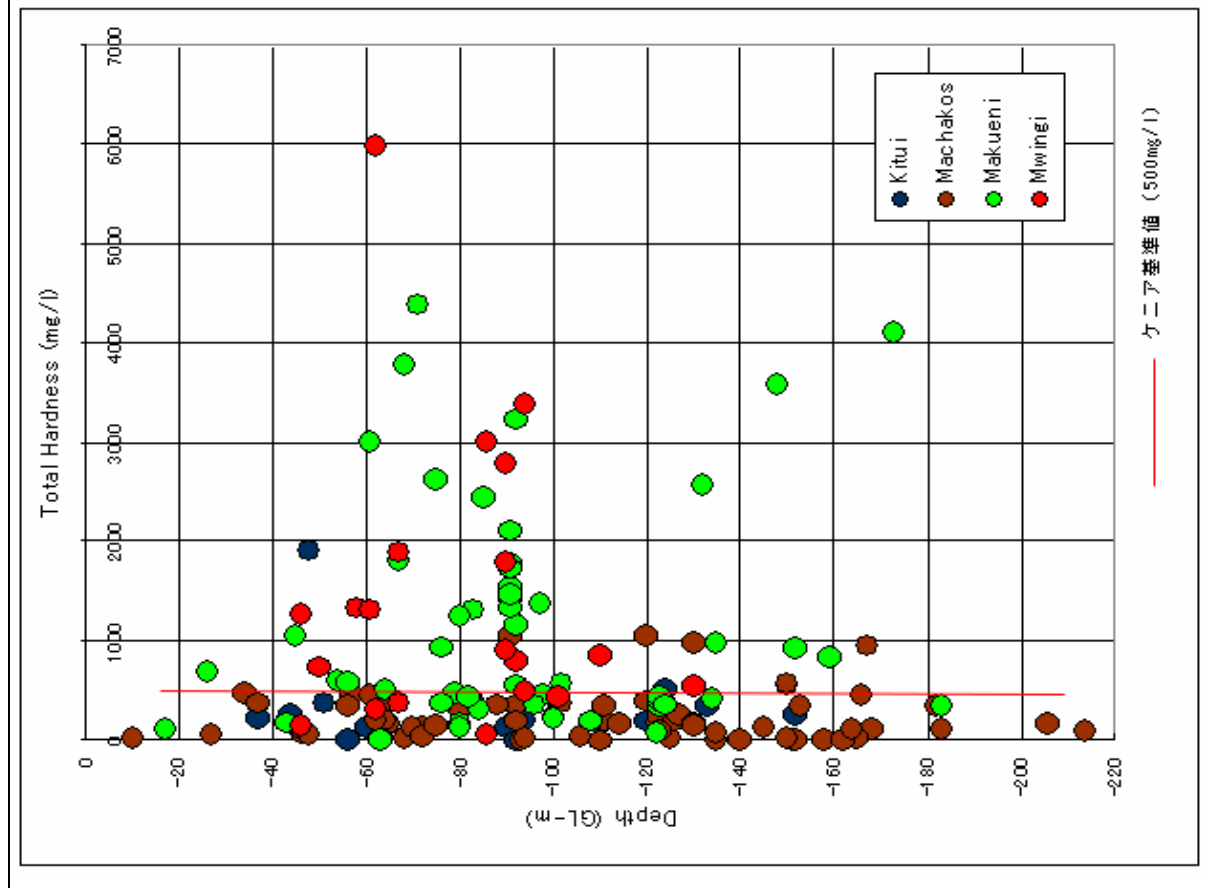


図 3-12 (e) 既存井戸水質-深度関係図 (硬度)

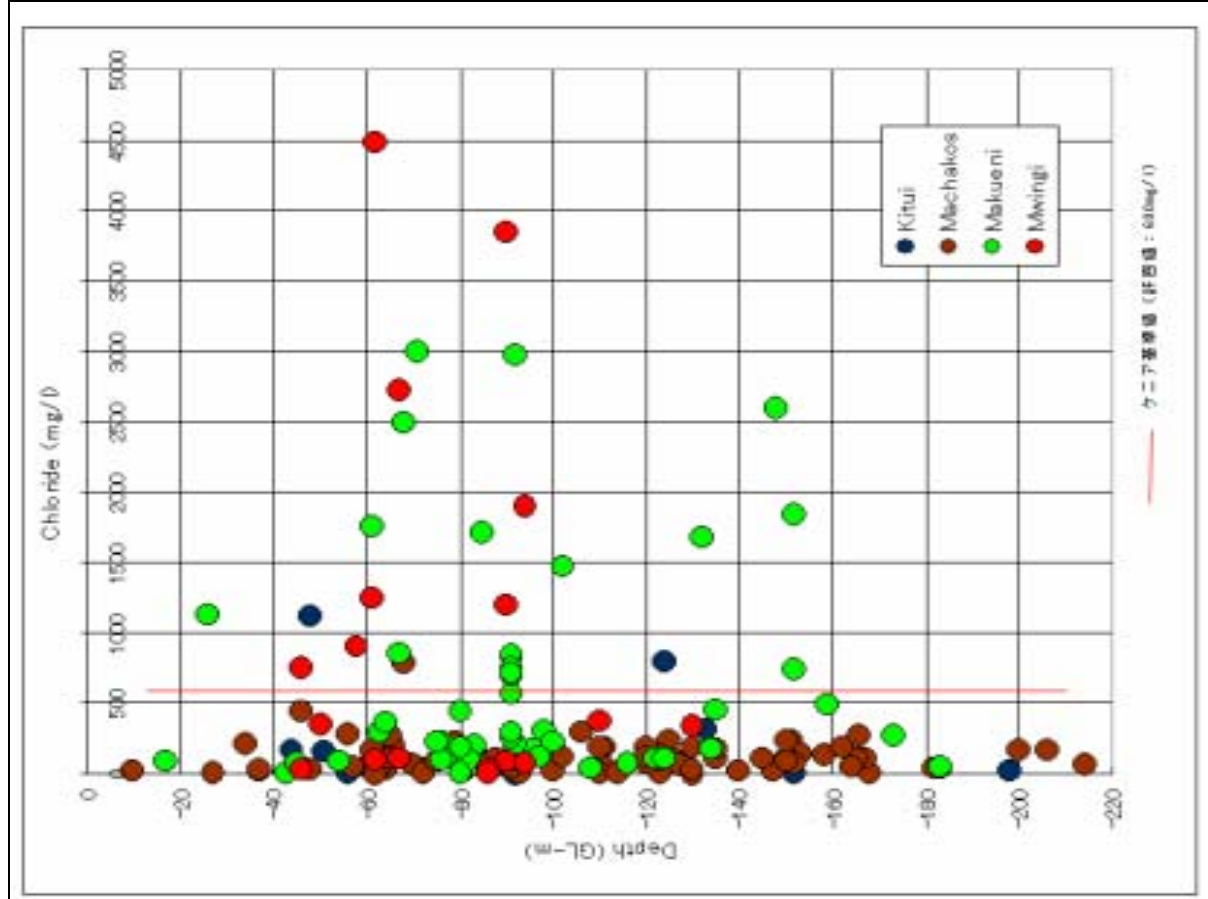


図 3-12 (f) 既存井戸水質-深度関係図 (塩素)

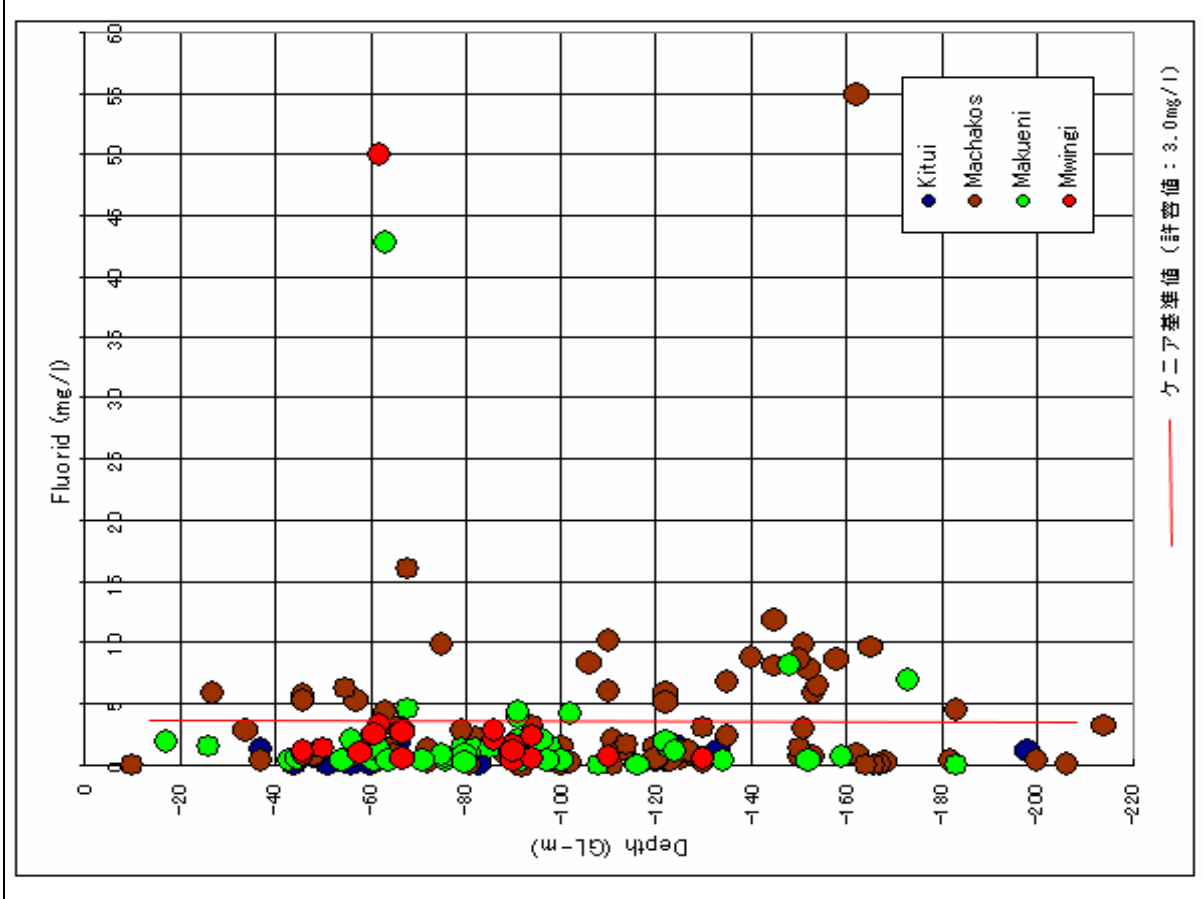


図 3-12 (g) 既存井戸水質-深度関係図 (フッ素)

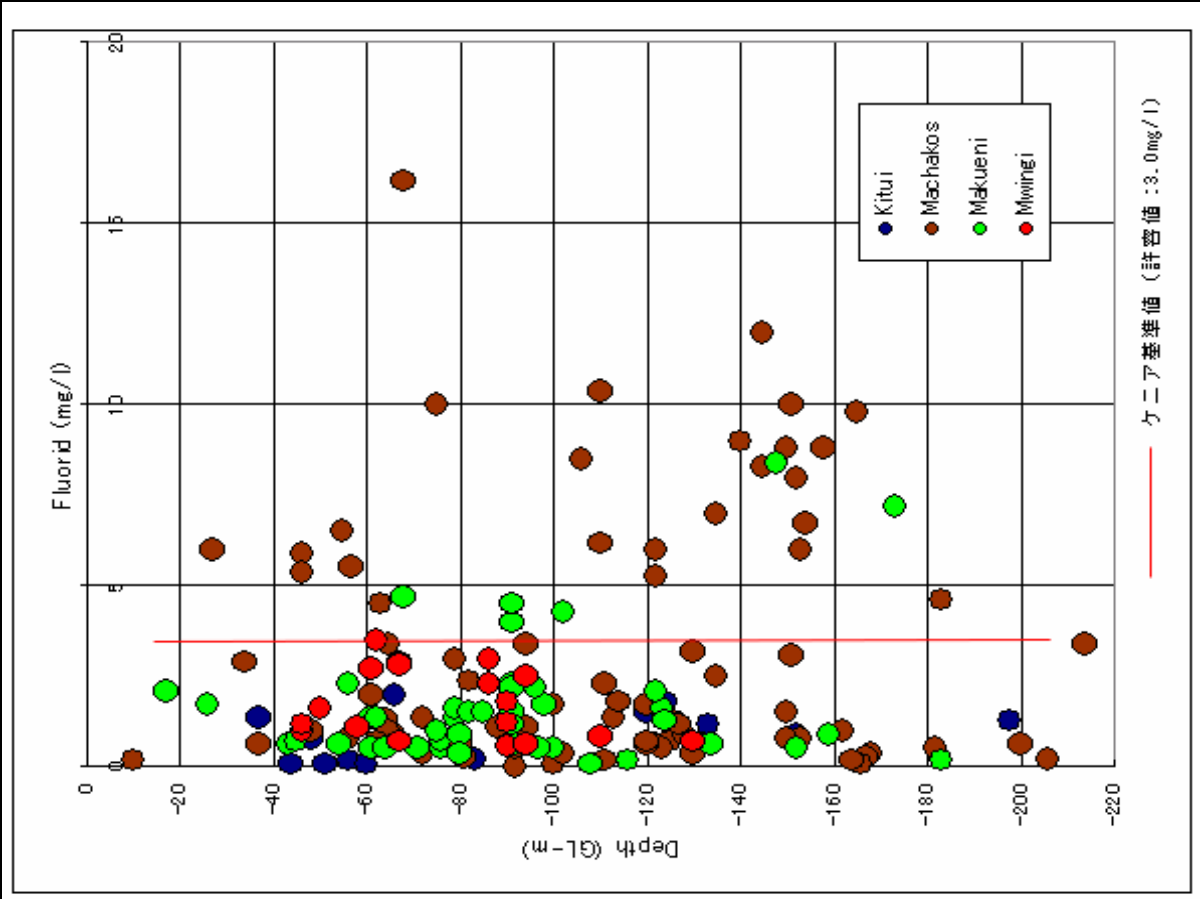


図 3-12 (h) 既存井戸水質-深度関係図 (フッ素 : 拡大図)

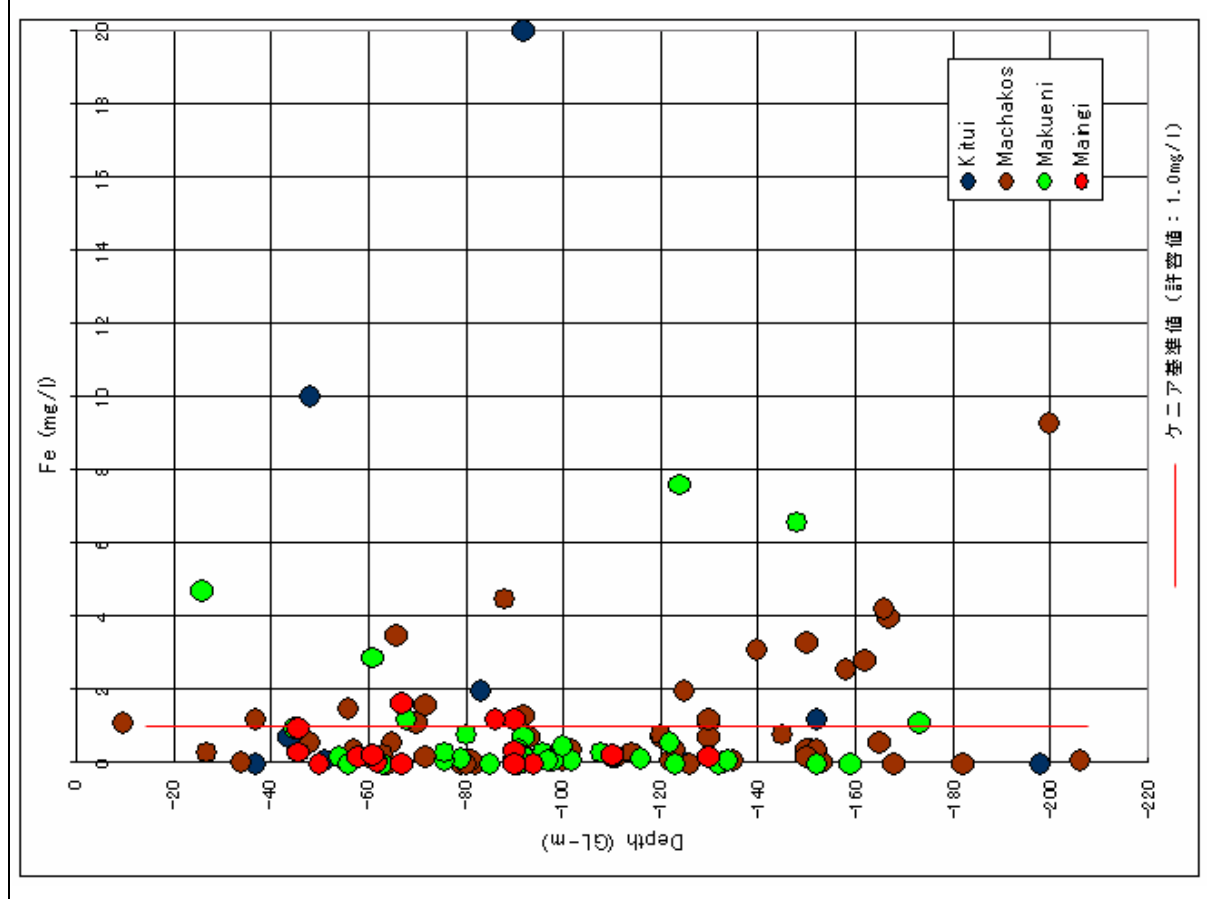


図 3-12 (i) 既存井戸水質-深度関係図 (鉄)

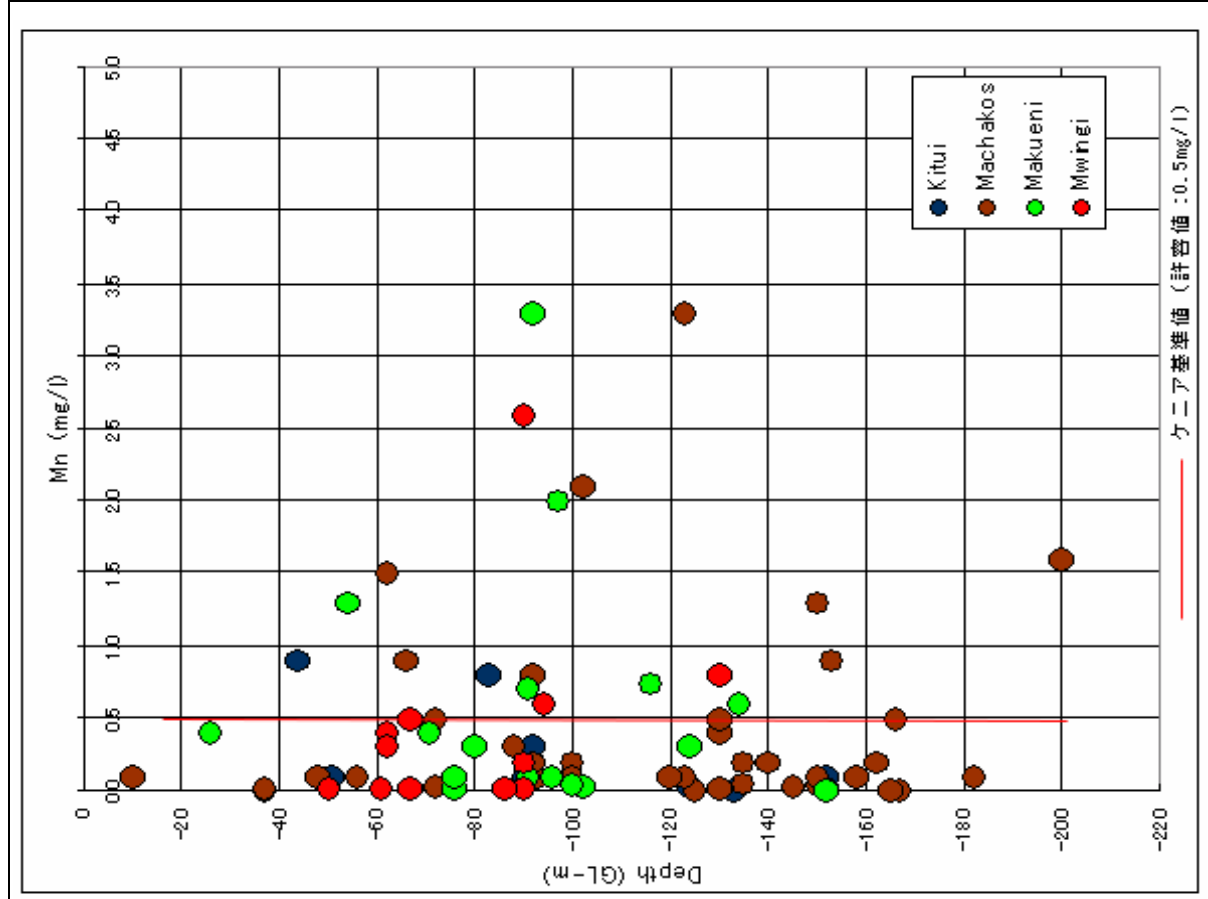


図 3-12 (j) 既存井戸水質-深度関係図 (マンガン)



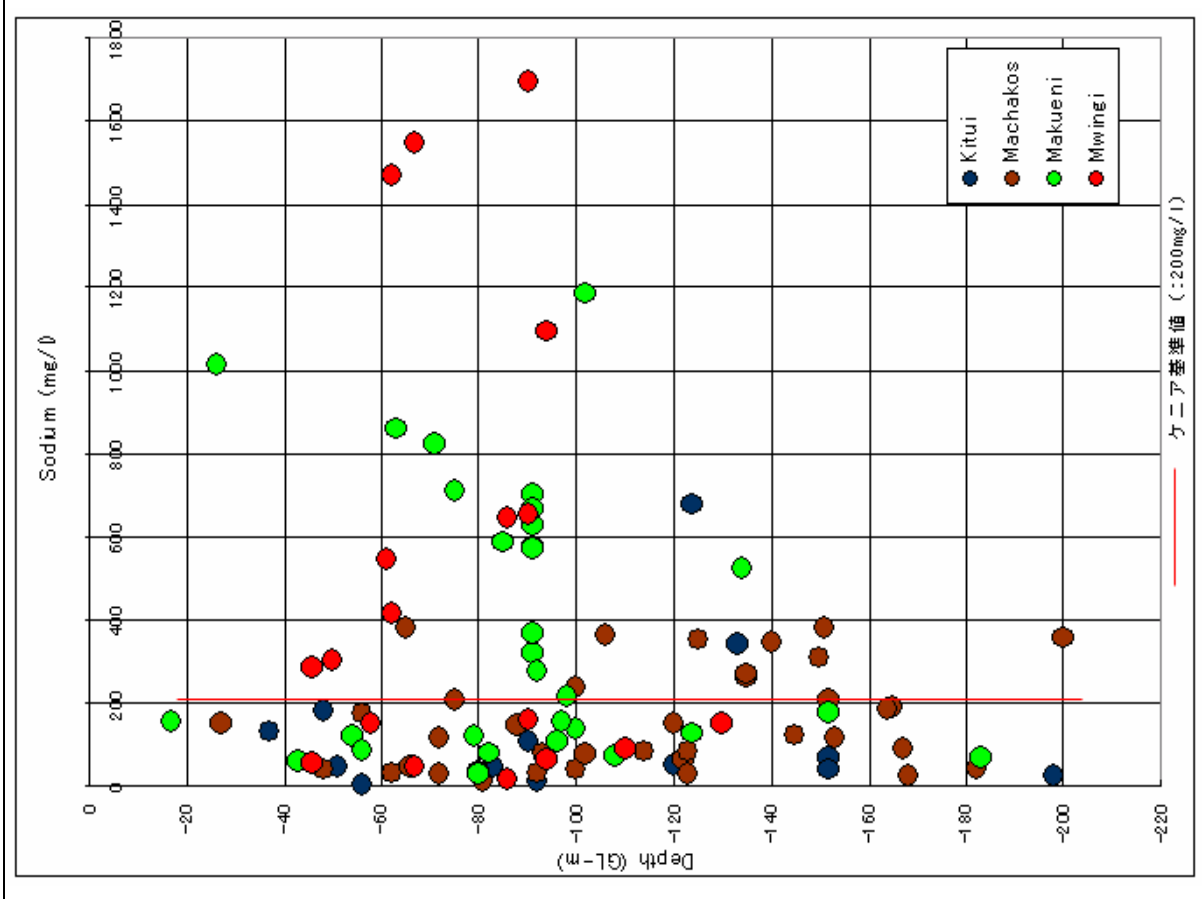


図 3-12 (k) 既存井戸水質-深度関係図 (ナトリウム)

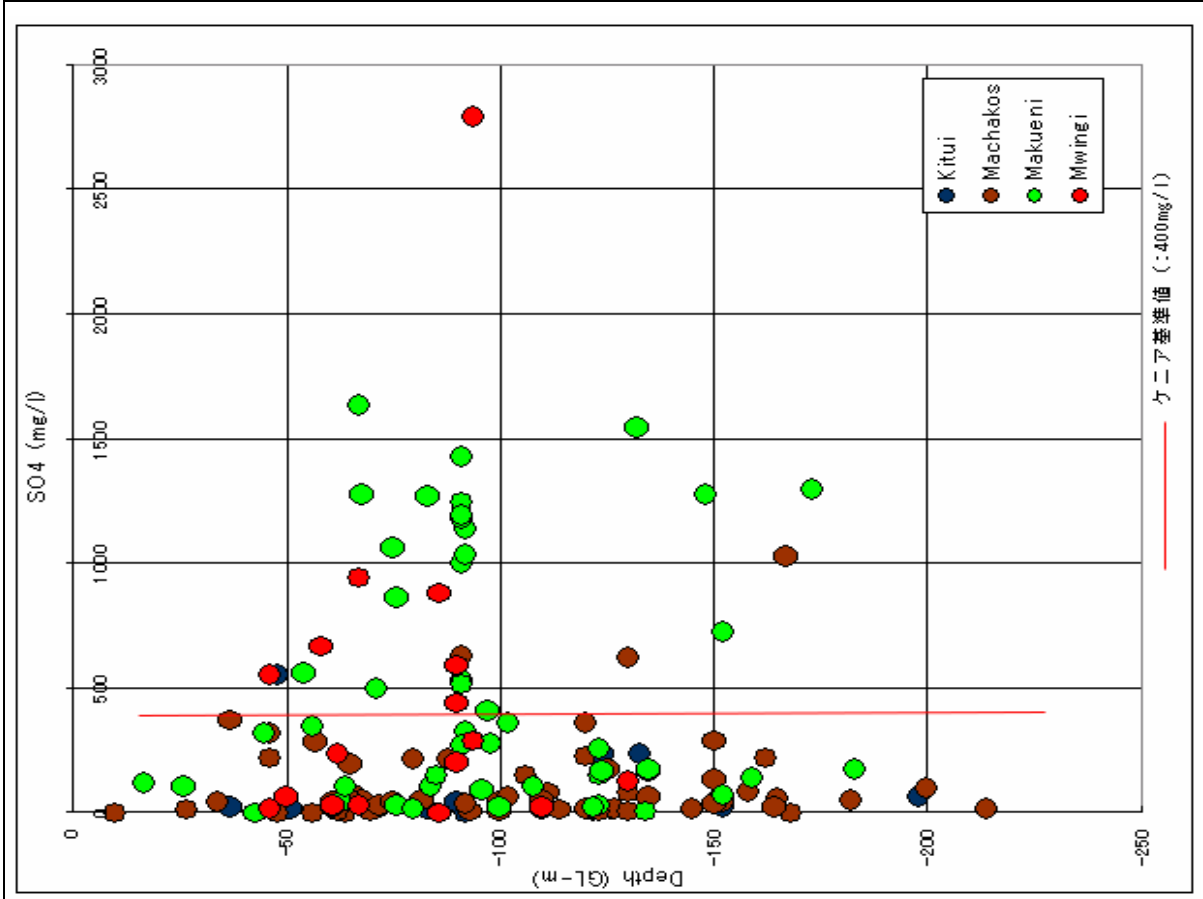


図 3-12 (l) 既存井戸水質-深度関係図 (硫酸塩)

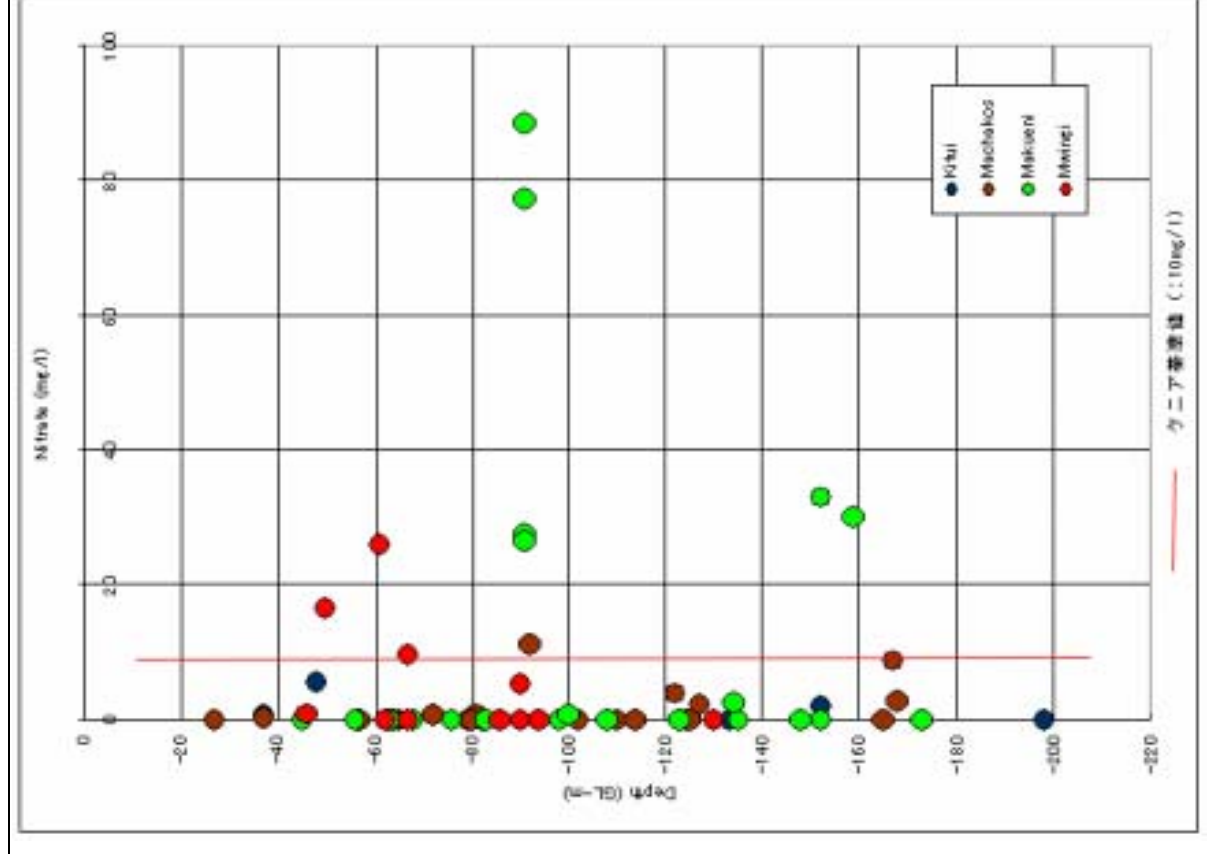


図 3-12 (m) 既存井戸水質-深度関係図 (硝酸性窒素)

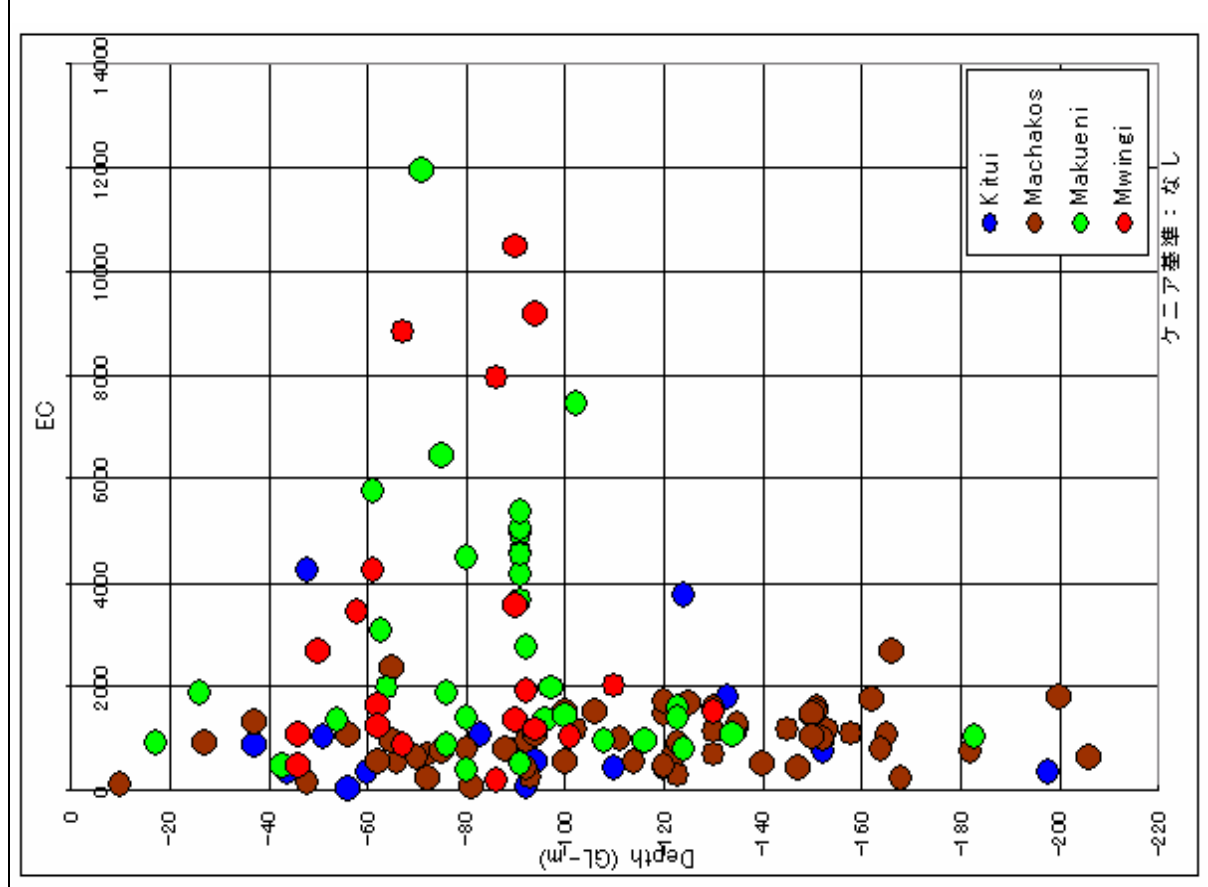


図 3-12 (n) 既存井戸水質-深度関係図 (電気伝導度)

### 3-4 既存給水施設、給水率の現況

対象地域においては、ボアホール、河川敷の水汲み穴、浅井戸、パン（水盆）、アースダム、ルーフキャッチメント、ロックキャッチメントなど多様な給水施設が存在している。そのうち Machakos、Athi River、Kitui、Mwingi などの都市部の給水施設は水道公社（MWCPC:National Water Conservation and Pipeline Corporation）が所有し、運営を行っているが、地方の給水施設はユーザー（コミュニティや学校）が所有し、運営を行っている。既存施設の状況は前述の事前調査報告書に記載されている。この内容は既存資料と MoWRMD 県支所からの聞き取りによるもので、完全な資料ではないが対象地域の既存施設の概要を示すものである。今回調査においても、既存施設についての資料調査、聞き取り等を行ったが、事前調査報告書に記載されている以上の情報はあまり得られなかった。特に、各県の給水率についての正確な資料はない。

MoWRMD の県支所で把握できる既存給水施設のリスト（事前調査報告書に掲載）を再整理し、表 3-6～3-8 として示す。MoWRMD 担当者によると、これは既存施設の完全なリストではないが、大部分の施設を網羅しているとのことである。

以下に、事前調査報告書と今回調査にて得られた情報をもとに、対象地域の既存給水施設の状況について記載する。

- 対象地域の既存給水源は、MoWRMD、水道公社、地方行政機関、その他各種機関（学校等）、コミュニティなどが所有、管理している。
- Machakos 県以外では、コミュニティが所有、管理する水源が多くを占める。特に、地方では大部分の水源がコミュニティによって所有、管理され、それ以外のものは少ない。Machakos 県では、約半数がコミュニティによって所有、管理され、それ以外は、学校等の各種機関と MoWRMD によって所有、管理されているものが多い。
- 都市部では水道公社、各種機関、MoWRMD によって所有、管理されている給水源が多い（Central Division を都市部として集計しているため、表 3-6 の数字は、実際の都市部だけではなく、都市周辺の地方も含まれている）。
- 既存水源は、地方では、川、ダム、泉、ボアホール、浅井戸、サンドダム等、多岐にわたる。ただし、聞き取りによると、乾季にはボアホール以外の大部分の水源は水量が極めて少ないか、ほとんど枯渇する。
- 都市部の水源は都市によって大きく異なる。Kitui では大部分の水源はボアホールに依存しており、Machakos では、ボアホールと泉に依存している。それに対して、Makueni ではダム、泉、ボアホールなど多岐にわたっている。また、Mwingi では100%をダムに依存している。このダムはTana川に建設されたもので、約100kmの距離をパイプラインで運ばれているとのことである。

対象地域の給水率については、信頼できるデータがない、そのため、上述の既存給水施設リストに掲載されている「現給水量(Current Production : 小規模ダムとパンは乾

季には枯渇する可能性が非常に高いことから除く)」と各郡の人口（必要日給水量を15リットル/人/日と仮定）から給水率を算定し、表3-9に示す。また、それをまとめ、各県の給水率として下表3-10に示す。

表3-10 各県給水率（計算値） 単位：%

県名	全体	地方	都市
Kitui	21	18	32
Mwingi	31	33	24
Makueni	12	12	17
Machakos	62 (29)	70 (32)	16

( )内は、Athi River、Mwalaを省いた値

この表をもとに、対象地域の給水率の状況を要約すると以下の通りである。

- この給水率の算定には、河川、泉、浅井戸など、乾季には量を期待できない水源が多く含まれている。そのため、ここでの数字は、乾季以外の比較的水の豊富な時期の給水率を示すものとして考える必要がある。
- 対象地域では、Machakos県の給水率が高く、数字上は、全体の給水率は62%（地方で70%、都市部で16%）という結果となる。ただし、これはAthi River Divisionにおける水道公社所有の泉、ボアホール生産量が非常に大きいこと、およびMwala Divisionにおける水盆（Pan）の生産量が過大に見積もられているためである。これを除くと地方での給水率は約30%に下がり、現地調査の結果からみても、この程度の給水率が妥当と考えられる。
- その他の県では、Mwingi県の給水率が比較的大きく、全体で給水率31%（地方33%、都市24%）である。次に大きいのはKitui県であり、全体で給水率21%（地方18%、都市32%）である。一番小さいのはMakueni県であり、全体で給水率12%（地方12%、都市17%）である。
- 対象郡における給水率は、Makueni県が最も小さく0%の郡が多い。その他の県では非常にばらつきがあるが、おおむね平均は20%程度である。
- 統計資料によると、安全な水へのアクセス率として、3-1社会状況の表3-2に掲げた数字があげられている。Machakos県（雨季36%、乾季26%）は、今回計算で求めたものとほぼ同じような値を示しているが、Makueni県（雨季41%、乾季29%）は大きく異なる。
- このように、給水率は算定にどの値（特に水量）を用いるかによって大きく異なる。実際に現場調査を行った限りで推測すると、対象地域の給水率は20～30%程度ではないかと考えられる。また、集計の際、県支所のある郡全体を都市として計算しているため、この地域に都市以外の地域も含まれていると思われる。都市の給水率はここに計算したものより大きなものである可能性が高い。

なお、本計画の要請内容とは異なるが、対象県の都市部の給水状況について補足する。各県の都市部には、浄水場や戸別給水配管を備えた都市水道システムが整備されているが、都市部の人口集中が顕著であるため、さらなる給水施設の拡張・開発が急務となっている。これらの都市水道の水源は、地下水の揚水、及び長距離パイプラインシステムによるものが多い。マチャコス・マクエニの2県では、西側のカジャド県にある山系からの湧水を利用した、キリマンジャロパイプラインを含むパイプラインシステムを水源とする水道がある。キツイ・ムウインギの2県では、キツイ県北部のタナ川に設けられたキアンベレダムなどの大規模貯水施設からの導水システムを主な水源としている。

表 3-6 既存給水源の所有者の割合

	県名	MoWRMD	水道公社	地方行政機関	各種機関	コミュニティ	他
地方	Kitui	4	0	3	11	83	0
	Mwingi	11	0	0	0	89	0
	Makueni	3	2	2	6	88	0
	Machakos	20	2	3	27	47	1
都市	Kitui	6	6	0	17	72	0
	Mwingi	0	50	0	0	50	0
	Makueni	13	0	0	0	87	0
	Machakos	8	8	8	33	42	0

単位：(%)

表 3-7 既存給水源の管理主体の割合

	県名	MoWRMD	水道公社	地方行政機関	各種機関	コミュニティ	他
地方	Kitui	3	0	3	11	84	0
	Mwingi	0	0	0	3	97	0
	Makueni	2	0	2	6	90	0
	Machakos	7	2	7	31	52	0
都市	Kitui	6	11	0	22	61	0
	Mwingi	0	50	0	0	50	0
	Makueni	13	0	0	0	87	0
	Machakos	0	7	7	27	60	0

単位：(%)

表 3-8 既存給水源の水源の割合

	県名	川	ダム	泉	ボアホール	浅井戸	サンドダム	その他
地方	Kitui	0	24	19	24	26	1	7
	Mwingi	0	6	28	41	3	3	19
	Makueni	14	4	44	22	13	0	2
	Machakos	7	2	27	58	5	1	0
都市	Kitui	6	0	6	82	6	0	0
	Mwingi	0	100	0	0	0	0	0
	Makueni	0	38	13	38	13	0	0
	Machakos	7	0	33	53	7	0	0

単位：(%)

\* Central Division を都市部とし、それ以外を地方とした。そのため、「都市」とした数字の中にも、本来「地方」とすべき水源が多く含まれている。

\* 数字は小数点以下を四捨五入して(%)表示としている。そのため、合計が100%にならない個所もある

表 3-9 給水率試算表(1)

県	郡	要請地点数		人口	給水率 (%)	既存水源の種類、個所数				
		パン P	水中 P			川	ダム	泉	ボアール	浅井戸
Kitui	Chuluni	2	8	72,341	4	0	0	2	2	7
	Mutonguni	5	4	61,556	21	0	6	0	5	0
	Mutito	2	7	23,860	75	0	0	3	1	1
	Yatta	2	7	41,646	9	0	5	0	4	0
	Matinyani	2	7	42,577	31	0	1	2	2	0
	Ikutha	1	4	54,500	0	0	8	0	0	0
	Mwitika	1	1	19,702	85	0	0	5	1	6
	Mutomo	0	0	79,835	9	0	0	0	3	8
	Mutha	0	0	99,736	12	0	0	4	2	0
	地方計	15	38	495,753	18					
	Central	0	0	123,743	32	1	0	1	14	1
	合計	15	38	619,496	21					
Mwingi	Migwani	4	10	56,907	23	0	0	0	1	0
	Mui	2	5	16,145	47	0	0	2	0	0
	Nuu	1	6	19,051	157	0	0	5	0	0
	Mumoni	1	5	37,607	16	0	0	2	0	0
	Kyuso	2	6	34,272	8	0	0	0	3	0
	Nguni	0	0	20,415	22	0	0	0	5	1
	Ngomeni	0	0	10,712	0	0	1	0し	0	0
	Tseikuru	0	0	23,667	37	0	1	0	4	0
	地方計	10	32	218,776	33					
	Central	0	0	83,687	24	0	3	0	0	0
	合計	10	32	302,463	31					

\*ここで示した給水率は厳密な意味での給水率ではなく、単に、地域の水生産量と人口の比率であることを注意。そのため、地域内に他所への供給用として大規模水源がある場合は、計算上給水率が100%を超えている個所もある。また、小規模ダム、パンは乾季には潤れる可能性が非常に高いと考えられることから、給水量から省いている。そのため、小規模ダムとパン以外に水源の無い地域は給水率0%と計算されている。

表 3-9 給水率試算表(2)

県	郡	要請地点数		人口	給水率 (%)	既存水源の種類、個所数				
		パ ン ド P	水 中 P			川	ダ ム	泉	ボ ン ナ ー ル	浅 井 戸
Makueni	Kisau	2	4	50,510	0	1	1	3	1	0
	Matiliku	2	3	38,867	0	0	0	3	0	0
	Mbitini (Mulala)	2	4	48,729	0	0	0	3	0	0
	Kalawa	1	5	26,333	8	3	0	0	1	1
	Kilome	1	3	46,204	0	1	0	2	0	0
	Kasikeu	1	5	37,718	0	0	0	5	0	7
	Nguu	0	6	19,251	16	0	0	0	3	2
	Mtiti Andei	0	6	66,768	0	1	0	5	2	0
	Tulumani	0	0	32,707	2	1	1	1	2	0
	Mbooni	0	0	55,983	13	1	0	3	0	1
	Kilungu	0	0	67,741	8	2	0	3	0	0
	Kaiti	0	0	46,107	65	0	1	3	1	0
	Kathonzweni	0	0	65,738	25	2	1	0	3	1
	Makindu	0	0	50,299	5	0	0	5	6	0
	Kibwezi	0	0	80,236	23	1	0	4	1	0
	小計	9	36	733,191	12					
	Wote	1	5	40,353	17	0	3	1	3	1
合計	10	41	773,544	12						
Machakos	Masinga	1	5	74,478	50	0	1	0	10	0
	Yatta	2	4	125,755	25	1	1	0	5	0
	Katangi	2	4	48,936	18	0	0	0	6	0
	Kathiani	1	3	95,096	67	0	1	0	3	0
	Mwala	4	7	81,211	208	3	0	3	12	2
	Yathui	2	5	65,567	39	1	0	0	2	0
	Ndithini	2	8	32,358	31	0	0	1	2	0
	Kalama	1	3	41,000	6	0	0	7	4	0
	Kangundo	0	0	91,828	46	0	0	4	6	0
	Matungulu	0	0	99,731	28	2	0	0	5	0
	Athi River	0	0	31,570	422	0	0	1	0	0
	地方計	15	39	787,530	70					
	Central	0	0	143,274	16	1	0	5	8	1
	合計	15	39	930,804	62					

\* ここで示した給水率は厳密な意味での給水率ではなく、単に、地域の水生産量と人口の比率であることに注意。そのため、地域内に他所への供給用としてダムのような大規模水源がある場合は、計算上給水率が100%を超えている個所もある。また、小規模ダム、パンは乾季には潤れる可能性が非常に高いと考えられることから、給水量から省いている。そのため、小規模ダムとパン以外に水源の無い地域は給水率0%と計算されている。



## 3-5 給水施設等の運営維持管理

### 3-5-1 村落給水事業の関連組織

#### (1) 住民組織

<給水施設の運営維持管理に対するケニア国の方針>

ケニア国では、村落給水施設の運営維持管理は裨益住民によって行われている。これは、法律や条例で明言されていないものの、MoWRMD 作成の、水源の管理・開発と給水施設整備の方針をまとめた政策である、Sessional Paper No.1 of 1999 on National Policy on Water Resources Management and Development の中に次のような考えとして示されている。すなわち、「給水施設の維持管理については、施設利用者の参加により自立的な維持管理を行うことが持続性確保のために必要であり、コストシェアリングの政策に沿った考え方であるため、今後もこうした利用者主体の給水システムの形成を促進していく」として、村落給水施設においては利用者である住民の自立的な維持管理が求められている。

<給水施設の運営維持管理に係る住民組織の名称と登録>

給水施設の運営維持管理に係る住民組織には、給水施設利用者により構成される「組合」と、組合の構成員の中で設置され、給水施設の運営・維持管理を実際に執り行う「委員会」の二つのレベルがある。

#### ・組合

給水施設利用者により構成される組合は、「水利用者組合：Water Users Associations」と称し、組織の構成後、MoGSCSS の県社会事業事務所に申請・登録される。

The Water Act 2002 では、給水施設整備と別に水資源管理の観点から「Water Resources User Associations」が組織される予定である。これは給水分野では WSP：Water Services Provider に相当する位置づけの組織であり、受益者に対して水資源管理を行う役目を持つことになっている。

現在まで給水施設整備の分野で存在している「Water Users Associations」が水資源管理分野も含めた「Water Resources User Associations」に移行していくか、あるいは、分野別に異なる組合を成立させる必要があるのかどうか、基本設計調査の中で確認する必要がある。

#### ・委員会

要請対象県において、コミュニティの住民により組織される、給水事業に関連した委員会の名称には幾つかのものがある。給水施設整備の申請から供用にいたるまでの過程に応じて呼称が変わり、井戸掘削を行うまでは、水プロジェクト委員会 (WPC: Water Project Committee)、給水施設完成後は水管理委員会 (WMC: Water

Management Committee) と称することが多い。この間に組織内の人員改選はあるが、同一の組織が継続して存在する。

<要請対象県における水利用者組合の組織・登録の状況と水管理委員会の活動>

予備調査時点では、殆どの聞き取り調査対象コミュニティで水プロジェクト委員会が組織されていた。しかし、多くは組織の結成後、県支所に依頼し井戸掘削位置のサイティング（現場踏査または電気探査等による）を実施した後は、建設費用や工事に対するドナー等からの支援を待っている状態であり、委員会による実質的な活動はみられなかった。委員会の結成に当たっては、コミュニティからの要請を受け、MoWRMD 郡支所の担当官がアドバイザーとして、住民の意思統一やこれに続く井戸掘削位置選定作業の申請手続きを支援することが多い。

各委員会の構成員は10名前後であり、男女比は9:1から6:4ぐらいで男性が多い。委員長・副委員長・書記の役には男性が就くことが多く、会計担当者には女性が多い。他の普通構成員については男女間の役割に特に差はないという調査回答が多く、特別に女性・子供を対象とした活動が委員会の中で行われている実態は見られなかった。

(2) MoWRMD の地方組織

調査対象の各県においては、MoWRMD の県支所 (DW0: District Water Office) が都市部・村落部両方の給水事業の管理を行っている（組織構成は図 2-2～2-5 参照）。各県支所で、村落部の給水施設の維持管理支援を担当するのは、維持管理課の職員と、県支所の下部組織である各郡支所 (Division Water Office) の職員 (Division Water Officer) である。以下に各県支所の職員数を示す。

表 3-11 MoWRMD の調査対象県支所の職員数

	マチャコス県	マクエニ県	キツイ県	ムウインギ県
全職員数	225 人	104 人	85 人	59 人
維持管理担当部署の職員数 (郡支所含む)	121 人	66 人	42 人	30 人

出典：MoWRMD 各県支所

MoWRMD 県支所の規模は、各県によって異なり、

マチャコス県 > マクエニ県 > キツイ県 > ムウインギ県

と、各県の人口規模に合わせた配置となっている。

県支所は、県都の郊外に独立した敷地を持ち、事務棟・資機材置き場・駐車場等から成る独立した事務所である。マクエニ県の県支所は新しく建設された県の総合庁舎ビルの中にある。郡支所は、各郡の郡都にある郡の総合事務所 (郡役場) の中にあり、

ほかの各省庁と並んで一部屋の事務室を与えられている。ほとんどの郡支所には、水道技術者か社会開発普及員が1人だけ従事しており、多い場合でもタイピストなどを含めて3人程度である。

郡支所の職員は村落部を巡回し、給水施設の状況をモニタリングして定期的に県支所へ報告することになっている。県支所では週または月単位で定期的に全郡の職員を集めて報告会を行っている。郡支所から県支所への報告の頻度に比べると、郡支所職員によるコミュニティへのモニタリング活動は不活発であり、その原因としては、ほとんどの郡支所で1人しかいない職員数に対して所轄地域が広いこと、これに反してモーターバイクなどの職員の移動手段、及び燃料代や日当の予算が不足していることが挙げられる。

MoWRMDの中で、維持管理のほかに村落部で活動する職員としては、水理地質を専門とする技術者が県支所内に数名所属しており、コミュニティにおいて、所定の登録を済ませた水利用者組合等の住民組織による要請を受けて井戸掘削位置選定作業を行っている。また、郡支所の水道技術者も、新規事業の水源調査や配水管の拡張に際する施設設計などの技術支援を行っている。

### (3) MoWRMD 地方組織の保有機材

以下に、MoWRMDの各県支所が給水施設整備に関して保有している機材を示す。

表 3-12 MoWRMD の県支所の保有機材（稼動するものに限る）

機材名称	マチャコス県	マクエニ県	キツイ県	ムウインギ県
井戸掘削リグ	なし	なし	なし	ハンドオーガー1セット (浅井戸用 4inch)
電気探査機	なし	1セット ABEM SAS300C	1セット ABEM SAS300B	1セット ABEM SAS300C
水質試験器	なし	なし	1セット Hach MEL850	なし
トラック	0台	0台	1台	0台
ピックアップ トラック	0台	1台	1台	1台
給水車	1台 (県に貸出中)	0台	1台 (約4m <sup>3</sup> )	0台
モーターバイク (郡支所への 配置含む)	3台	0台	10台	5台
倉庫・ワーク ショップ	有	なし	有	有

出典：MoWRMD 各県支所

各県支所では車載の井戸掘削リグを保有していないため、井戸掘削工事は主に民間の掘削業者と契約して行われることが多い。給水施設や水源の水質検査は、県支所の水質・汚染管理課（Water Quality & Pollution Control）に所属する化学技術者が担当するが、キツイ県を除く、水質試験装置を保有しない県支所ではナイロビの本省へ水質標本を送付して検査を依頼している。この場合、物理化学試験の結果には支障ないが、大腸菌数などの生物化学試験の結果は、標本採取から試験までに要する時間と運搬時の気温等の影響を受けるため、現場の水質が正確に計測されない恐れがある。

MoWRMD の本省には 1980 年代より掘削リグが供与されており、本計画の対象県とは別の県に配置されて、県内及び近県の井戸建設工事に利用されている。

YBM（旧 吉田鉄工所）製リグ           ：ニャンザ県に配置、バリンゴ県でも稼動  
Tone 製リグ                            ：ナロック県、カジャド県（故障中）

これらの掘削リグのスペアパーツは日本製であり、オイルシール等の互換性のある消耗部品は現地で調達可能であるが、日本の製造元から取り寄せが必要な部品の入手は困難である。

マチャコス県とキツイ県の県支所は、給水車（容量 4 キロリットル程度）を所有し、主として乾期に、県都から離れた過疎地の学校や保健所を対象として給水事業を行っている。給水車による給水料金には燃料代が占める割合が大きく、運搬距離により金額は異なる。調査対象地域で給水車による給水を受けている学校では週に 1 回あたり 5,500~6,000Ksh（約 8,000~8,700 円）程度との回答であった。

### 3-5-2 給水施設の運営維持管理体制

#### (1) 住民による運営維持管理

村落部のコミュニティレベルの給水施設は、ドナーや MoWRMD の給水整備事業によって建設された後、コミュニティに所有権を引き渡され、コミュニティの中に組織される水管理委員会によって水料金徴収や日常的な維持管理が行われる。また、MoWRMD の県・郡支所の職員によって、施設の利用状況、及び各設備の稼動状況がモニタリングされることになっている。しかし、県・郡支所職員の人員やモニタリング活動のための移手段は不足がちであり、対応しきれない地域では、コミュニティからの要請を受けて初めて職員が出動している。コミュニティの修理担当者の能力を超えるような大規模な故障・事故（例えばハンドポンプ、水中ポンプ、発電機の更新）の際には、コミュニティの要請に応じて県支所から技術的な支援が行われる。大規模な修理の費用がコミュニティの資金範囲を超える場合には、MoWRMD 県支所の予算により必要な資金が賄われている場合がある。このような資金面の支援については、The Water Act 2002 のもと、行政が資金を負担する対象・範囲や行政・コミュニティ両者間の取り

決め事項を基本設計調査の中で確認し、給水施設維持管理における責任分担を明確にする必要がある。

(2) MoWRMD 地方組織による維持管理支援

県支所による給水施設の維持管理に対するモニタリング、及び技術的な支援活動の頻度を以下に示す。ただし、これは主に地方都市部の比較的大規模な給水施設を対象とした状況となっている。

表 3-13 MoWRMD 県支所の維持管理部門による給水施設運営に関するモニタリングと技術支援の状況（都市部の給水施設に対する活動を含む）

項目	マチャコス県	マクエニ県	キツイ県	ムウインギ県
水質監視	毎月	まれ	毎月	3ヶ月毎
定期点検	3ヶ月毎	まれ	毎月	毎月
故障修理	毎月	毎月	時々	毎月
スペアパーツ 供給業者の管理	毎年	時々	時々	管理システムなし
水管理委員会への支援	時々	要請に応じて	時々	要請に応じて
衛生教育	保健省が実施	まれ	時々	保健省が実施

出典：MoWRMD 各県支所

村落部の給水施設に対するモニタリング・支援は、MoWRMD 県支所の管轄により郡支所の職員によって行われているが、1名のみ体制がほとんどであり、多くても事務職員を入れて3名程度である。

キツイ県マティンヤニ郡の郡支所職員によれば、各給水施設の状況を毎月モニタリングすることになっているが、カバーすべき範囲が広く、毎日移動しても実施は困難であるとのことであった。他の県においても、各郡支所の担当する給水施設数が多いのに反して、人員、車両やモーターバイクなどの移動手段、燃料費が不足がちなことから、施設の故障の際にコミュニティからの要請に応じて実施されるにとどまっている。コミュニティを調査した結果、郡支所の職員がコミュニティを頻繁に訪れて水管理委員会等の住民組織を支援している状況は確認されなかった。コミュニティによれば、給水施設建設の陳情や水管理委員会の登録手続き、給水施設の建設・利用に関する住民間の問題や、稼働中のポンプ・発電機に重大な故障が生じた場合などには、住民側の代表者が郡支所を訪ねる場合が多いとのことであった。

以上の状況から、行政によるコミュニティの支援体制が十分でないことがうかがわれる。給水施設の持続性確保のためには、定期的なモニタリングによる村落への支援が一層求められる。しかし一方で、The Water Act 2002 では、行政の役割を縮小し、WSPをはじめ民間活力の導入を推し進める方針を示している。

従って、基本調査設計を通して次のような点の確認と検討を行うことが必要であると考えられる。

- ・各省庁のコミュニティ支援の体制と実際の状況を確認する。
- ・Actに基づき、どの機関のどのレベルの組織がコミュニティへの巡回支援を実施するのか確認する。
- ・広い対象地域に対して不足する支援体制をどのように改善すべきか検討する。

例えば、

- － 関連3省庁（MoWRMD, MoH, MoGSCSS）の県支所や郡支所レベルの組織が村落巡回を分担し合うことで各コミュニティに対するモニタリングの頻度を向上させる。
- － モニタリング項目を整理することで、モニタリングの効率を向上させる。これにより、現在の人員体制あるいは、Act 施行後の新体制においてもコミュニティへの支援が可能となるような方法を検討する。

### (3) スペアパーツの流通

ハンドポンプ・水中ポンプ・発電機などのスペアパーツの流通網確立については、マチャコス県とマクエニ県で取り組みがなされているが、ほとんど確立されていないといつてよい。

マチャコス県は、調査対象4県の中でナイロビに最も近く商業都市であることから、県都にスペアパーツを取り扱う小さな代理店がある。MoWRMD 県支所は、その販売品目や価格を把握しているということであるが、文書登録課あるいは維持管理課の担当者の手により書類上で管理されている状況は確認できなかった。マクエニ県では、県支所が民間の代理店を管理しているとのことあったが、対象となる販売店が多くないため、管理活動が活発であるとは考えにくい。マクエニ県、ムウインギ県、キツイ県の3県では、コミュニティの水管理委員会で維持管理を担当する男性がナイロビに部品を探しに行くことが多い。各県からナイロビまでの乗り合いバス（マタツ）の運賃はその距離に応じて片道250～500Ksh程度である。スペアパーツは、ナイロビのインダストリア地区にある取扱店で入手することができる。

ハンドポンプでは、メーカー別に見ると、アフリデフやインディアンマーク II、水中ポンプではグルンドフォス社の製品の取扱量が多いために、スペアパーツ類の入手はナイロビであれば比較的容易である。また、水中ポンプの持ち込み・分解修理はナイロビで行うことができる。ポンプや発電機の部品をインドやヨーロッパのメーカーから取り寄せるには、1週間から1ヶ月程度の期間が必要である。調査対象地域で稼働中のディーゼル発電機には中国製のものが多く、汎用のスペアパーツが使用できないことがある。

コミュニティレベルの給水施設の配管材料としては、ねじ込み継ぎ手の鋼管と塩ビ

管（PVC 管）がよく使われ、ナイロビで容易に入手可能である。マチャコスでも異型管、及び弁類を含めて入手可能だが、口径や取り扱い数量には限りがある。

各県支所によるスペアパーツ販売代理店設立と流通の確立・支援に関する取り組みは、基本設計調査において更に調査が必要である。

### 3-5-3 給水施設維持管理費用

給水施設の維持管理に必要な資金は、主に水料金の徴収によって賄われている。水料金はコミュニティにより幅があり、給水所（Water Kiosk）で徴収するところでは、20 リットルのポリタンク（jerry can）一杯につき 1～20Ksh、牛 1 頭 1Ksh、山羊 1 頭 0.5Ksh などとなっている。また、水利用者組合に登録した世帯から戸別に負担金を徴収するところもあり、こうした場合の徴収額は、1 戸当たり毎月 20～200Ksh である。各戸徴収の場合、徴収率は 7 割程度という回答があり、給水施設の維持管理費を支払えない低所得の家庭に対しては支払いが免除されているケースがある。

以下の表は、現地調査から得られた給水施設維持管理費用の例である。

表 3-14 要請対象地域における給水施設維持管理費の例

費目	費用
ディーゼルエンジン付き発電機の燃料代	250～350Ksh／日
ポンプ・発電機操作員の給与	1,500～3,000Ksh／月
夜警給与	1,500Ksh／月
給水キオスク料金徴収人給与	1,500～3,000Ksh／月
故障修理費（水中ポンプ・発電機）	40,000～100,000Ksh／年
故障修理費（ハンドポンプ）	10,000Ksh／年

出典： 現地調査による聞き取り

この例から、給水施設の維持管理費を試算すると、おおよそ、ハンドポンプ型給水施設では年間 10,000Ksh（水を汲みに来た住民がハンドポンプを操作、料金は各戸徴収とした場合として、故障修理費のみ計上）、公共水栓型給水施設（ディーゼル発電機使用、操作員 1 名、料金徴収人 1 名、夜警 1 名を配置の場合）では、運転経費も含めて年間 316,000Ksh（350Ksh×30 日×12 ヶ月+7,500Ksh×12 ヶ月+100,000Ksh=316,000Ksh）となる。

また、ナイロビにある民間の修理会社による水中ポンプ修理費の例は次表のとおりである。

表 3-15 ナイロビの修理業者派遣による水中ポンプ修理費の例

費目	費用
水中ポンプ吊上げ	10,000Ksh/箇所
修理工派遣費用 (1班2人編成、運転手含まず)	7,000Ksh/日・班
修理工 日当・宿泊費	5,000Ksh/日・人
交通費	60Ksh/km

出典: Davis & Shartlife 社

これから、水中ポンプ修理のために修理人2人を頼んで2日間修理を行う場合の料金を試算すると、ナイロビからの往復距離を200kmとして、46,000Ksh+部品代となる(10,000Ksh+7,000Ksh×2日+5,000Ksh×2日+60Ksh×200km=46,000Ksh)。住民からの聞き取りの結果である、水中ポンプ・発電機の年間故障修理費40,000～100,000Ksh(表3-14)は、このような技術者派遣による修理を年に1回行う場合の修理業者の見積もり費用と整合している。なお、年に2回以上修理業者を呼ぶ余裕のあるコミュニティは少なく、2回目の故障時には施設を放棄してしまうこともあるようである。

### 3-5-4 施設形態ごとの維持管理

#### (1) 飲料水の処理

調査対象地域では、濁水を飲用するための簡便な処理として煮沸が広く行われている。多くの地域に木々が茂っており燃料となる薪集めは比較的容易である。保健省では、雨水・パンの水・川床を掘って集めた水などの生水は煮沸して飲むことを奨励しているが、子供はそのまま飲む場合がある。特に農繁期には大人が家庭内にいなくなることが多いことからこうしたケースが増える。

塩素剤の投入は、学校などの大規模な雨水貯留槽で行われているところもあるが、雨量によって貯水位が不定であるために塩素投入量の算定が困難で、適切な滅菌処理が行われていないとの回答があった。

また、調査地域では見られなかったが、過去の無償資金協力事業の対象地域であるライキピア県等では、深井戸から汲み上げた地下水に含まれる鉄・マンガン成分を除去するために、簡易な多層式の濾過槽を井戸横に設けている。この設備は除去性能がよいうえ、必要な維持管理作業は、砂が目詰まりして濾過抵抗が大きくなったときの水位上昇を示すオーバーフロー管からの流出を確認して、上層部の砂を洗うことだけであり、機械的な故障がないことから取り扱いが容易なために、設置効果は高いと考えられる。

#### (2) ハンドポンプの維持管理



ハンドポンプは、人口の疎らな地域において、主として浅井戸に取り付けられており、調査対象地域では、深井戸に取り付けられた例は少ない。現場調査を行った箇所では、ムウインギ県のカサंगाでGTZやNGOの支援で浅井戸に設置されたハンドポンプを、女性主体の住民組織によって管理している例があった。また、ムウインギ県のカクネケでは深井戸の上にハンドポンプを設置しており、これは幹線道路の建設工事の際に、施工業者が碎石の洗浄のために仮設水源として掘削した深井戸で、工事終了後に仮設水中ポンプを撤去して深井戸のみがコミュニティに引き渡され、利用者の人口規模を考慮してハンドポンプが設置されたもので、当初から「ハンドポンプ+深井戸」の施設構成が計画されたものではない。

調査対象地域におけるハンドポンプの製造元は、アフリデフが多い。これはインディアンマーク II 型に比べて、ピストンリングほかの磨耗部品交換等の維持管理項目が少ないこと、また、揚水管がPVC製で軽量なために井戸内からのポンプ吊上げ作業が容易であるという特徴によりコミュニティレベルの保守担当者でも維持管理が容易であるためと考えられる。

### (3) 水中ポンプ・ディーゼル発電機の維持管理

公共水栓型給水施設は、通常、揚水量が大きいため、深井戸に設置する水中ポンプと動力設備が必要である。調査対象4県の村落部は非電化地域が多いことから、動力源として主にディーゼル発電機が用いられている。

水中ポンプは、長期に渡る性能保持のために定期的に井戸の外部に搬出して、ストレータの損傷、水中ケーブルの破損、モータの絶縁抵抗の低下などを点検し、シール類の交換を行う必要がある。しかし、ポンプを吊上げるのに手間がかかることから、調査対象地域では殆どの施設において、実際に故障が生じて揚水量が著しく低下するか、あるいはポンプが起動不能になるまで使用を継続している。

ディーゼル発電機は、稼動状況の目視確認や触診による日常点検が容易に実施できる機器であり、消耗部品の交換とエンジン内部の清掃を定期的に行うことで寿命を延ばすことが可能である。また、トラックのエンジン修理工の技術があれば故障時の対応は可能である。発電機部分は、維持管理の必要頻度がエンジンに比べると低いが、ブラシの劣化や、コイルの絶縁低下の程度を定期的に点検することで、焼損による突然の運転停止を未然に防ぐことができる。

調査対象のコミュニティでは、中国やヨーロッパのドナーの援助により設置した発電機がケニア国内であまり馴染みのないメーカーであり、スペアパーツの入手が困難なケースが多く見受けられた。このような理由で、オイル、オイルフィルター、エアクリナー、ピストンリング、ガスケットなどの消耗部品の予備がない場合に、劣化した部品を交換せずに継続使用し、実際にエンジンの焼付き等のトラブルが発生するまで運転を続ける傾向がみられ、エンジン寿命の低下につながっている。

#### (4) パン・小規模ダムの維持管理

パン (pan) は小規模な人工池である。その水源には、沢水を引き込むものと雨水を貯留するものがあり、前者は山麓周辺に、後者は村落内部や近隣に見られる。貯水規模により手掘り、または機械を用いて掘削を行い、堤を築いて建設する。小規模なパンでは、池底に遮水シートを敷く場合があるが、これは土砂の浚渫作業の際に破断し、漏水する恐れがあるので注意を要する。

調査対象地域では乾期にパンが干上がってしまうことが多く、またコンクリートライニングを施さない素掘りの池であることから雨期の貯水も濁度の高い泥水である。周囲には棘のある植物を植えて、水を飲む家畜や野生動物の糞尿の流入により水質が悪化しないよう、衛生管理を行っている。さらに、出入り口付近には木柵をめぐらせて扉を設置し、鍵をかけて利用者の出入りを限定している。

池内には土砂が流入し、堆積するため、定期的に浚渫を行う必要がある。集落内に掘られた人工池の拡張・浚渫作業にはコミュニティの住民参加による人力掘削や農業省や自治省が保有するブルドーザーを利用する例が見られる。

#### (5) 湧水パイプラインの維持管理

山麓に伏流水が湧き出した箇所を堰き止めて、自然流下式のパイプラインを通して集落まで導水している箇所があり、パイプラインの延長は 10km 以上に及ぶ。伏流水の量は各施設の水源地域における降雨量による。調査対象県の西側に位置するカジヤド県のパイプラインシステムが、標高の高いキリマンジャロ山近隣の降雨がもたらす豊富な湧水を水源としているのに比べて、調査対象地域内の施設は乾期に十分な水量が得られないものが多い。このシステムに必要な維持管理作業は、取水堰、及び取水口の清掃・閉塞物除去と、長距離にわたって敷設される導水管路の点検、及び漏水に対する保守作業である。湧水パイプラインシステムは、漏水による水量低下が著しくならない限り修理されずにおかれることはあるものの、施設構成要素が少ないため、コミュニティの保守担当者レベルで維持管理が可能である。

#### (6) サンドダムの維持管理

サンドダムは、山麓や山間部の斜面上に石材やコンクリートによる堤を築いて、伏流水（表流水や湧水を水源とする場合もある）を堰き止めて礫と砂で覆った、小規模な伏流水涵養施設または伏流水地下貯留施設というべきものである。

マクエニ県キャムトゥクでは「サンドダムによる貯水＋ハンドポンプによる揚水」の給水システムが見られた。サンドダムは常時堆砂しているために維持管理要素は少ない。付属する揚水設備へ土砂が流入するのを防止するために設けられている、スト

レーナやスクリーン設備を定期的に清掃・補修することによって、異物除去の性能を維持することが、ポンプの寿命を延ばすために有効な作業項目であり、コミュニティの保守担当者レベルでも維持管理が可能である。

#### (7) ロックキャッチメント施設の維持管理

ロックキャッチメントは、山岳部の岩盤地形を利用したダムである。規模により堤体の構造は異なるが、調査対象地域ではコンクリートダムが幾つか見られる。貯留された雨水を利用するための取水設備には、ポンプ揚水式と自然流下式のものがある。放流設備は、飲用水の取水のみを目的とした施設では、極めて小規模なものとなる。ムウインギ県ソゴメニには、ケニア国最大規模のロックキャッチメントがあり、これは乾期にも十分な取水が可能な貯水量を持つ施設である。ロックキャッチメントの維持管理作業は、ダム湖外の岩山の法面に設けられた延長の長い集水壁の保守、湖面の草木や異物の清掃除去、堆砂の浚渫、及びポンプ・発電機など取水設備を構成する機材の点検整備である。ポンプ・発電機の故障修理以外は、コミュニティの保守担当者レベルでも維持管理が可能である。

#### (8) 風力利用施設の維持管理

風車を利用した揚水施設は、農場に設置されたものを含めて、1970年代から現在までにケニア国内に250件を越す建設事例があり、調査対象地域内にも農業省の管轄下で稼働中の揚水システムが見られる。これらは、風力を電力に変換するものではないため、風車から発電機や蓄電池を介さず、風車の回転をカムにより直接ポンプのピストンロッドの上下運動に変換する揚水装置である。地上部分の機器に必要な維持管理作業項目は、風車軸受部のグリース塗付を1年に2回程度行うのみであり、そのほかに風車・架台の塗装・防錆処理を除けば、殆どメンテナンスフリーであるといえる。

地下部分に必要な維持管理作業は、ハンドポンプ付き深井戸給水施設と共通であり、ポンプ磨耗部品の交換、及び井戸ざらいなどの定期的な井戸の整備が主な作業項目である。この風車及びポンプはナイロビ郊外のティカに工場を持つKijito社によって製作されており、故障時には同社の技術者を派遣して修理することが可能である。スペアパーツの供給は、注文を受けてケニア全国に発送する体制としている。修理工の派遣による部品交換作業も可能である。

風力ポンプの揚水性能は、設置箇所の風力（揚水を行う間の延べ風速）とこれを受ける風車径によって決まる。調査事例の水利用状況から計算すると、高さ10m・風車径6m程度のもので揚水量10～20リットル/分である（1昼夜で20m<sup>3</sup>貯水槽が満水：マチャコス県、2昼夜で50m<sup>3</sup>貯水槽が満水：ライキピア県）。これはハンドポンプの施設規模（11.25リットル/分：「無償資金協力地下水開発案件に係る基本設計調査ガイドライン」平成8年12月、国際協力事業団無償資金協力調査部監修、(財)日本

国際協力システム発行による)に相当するが、ハンドポンプの人力操作に比べて風力ポンプではピストンロッドの動作速度が緩いことから摺動部の消耗部品の寿命が長く、また機械的な往復運動であることから動作方向に狂いが生じにくいために、ヒンジ部分の損傷が少ないと考えられる。

ポンプの交換を含む、深井戸内の地下部分の修理作業の際には、地上部の架台を利用してポンプを吊上げることができる場合と、架台を風車とも撤去・仮置きする場合がある。これは施設の架台下部の隙間の高さが、「揚水管または揚水ロッドの1本あたりの長さ」+「吊り上げ作業に必要な余裕」に対して十分であるかどうかによっている。架台の下に5m程度の隙間があれば吊り上げは可能であるようである。鋼製の架台は基礎コンクリートにボルトで締結されるが、ピストンロッドと揚水管の間から間断なく生じる漏水に対して排水溝を設けるなどの対策を講じないと基礎まわりの地盤が緩み、支持力が低下し倒壊事故につながる事が考えられる。なお、製造元のKijito社によればケニア国内はモンスーン地域に位置していないことから、暴風による風車及び架台の損壊事例はないとのことであった。事故事例としては、水を求める象の襲撃によって給水施設が破壊される被害が報告されている。

#### (9) 太陽光発電による揚水システムの維持管理

太陽光発電による揚水システムは、調査対象地域内ではキツイ県で NGO (ICA) が行っている給水プロジェクトで事例があり、ディーゼル発電機と水中ポンプの組み合わせによる従来型の揚水システムで地上の貯水槽に汲み上げた地下水を、太陽電池に直接つないだ直流モータを駆動させることにより、別の給水地点に設置した高架水槽へ送水するシステムであった。

一般に太陽光発電システムには可動部分がなく、太陽電池のセル表面の清拭をのぞいて、維持管理作業は殆ど不要である。ただし、蓄電池による充電を行う場合や、DC-ACインバータを介して交流モータを駆動させる場合には、太陽電池部分とは別にそれぞれの構成機器に対する保守点検作業が必要となる。このような作業は専門業者が行うものであり、システムの導入に当たっては MoWRMD が関与する維持管理体制が必要になると考えられる。

調査対象地域で挙げられた問題は、太陽電池パネルの盗難や子供の投石による損壊の可能性が非常に高いことである。従って、屋外での受光が前提となる太陽電池の設置にあたっては、以下に挙げるような保安対策を複数組み合わせ、徹底した施設管理を行う必要がある。

- ・ 学校や保健所など、常時管理の行き届く公共施設の敷地内に設置する。
- ・ 建物の屋根や、貯水槽の上など、人の手の届かない高所に設置する。
- ・ モルタル等を用いて太陽電池を屋根や構造物上にはめ殺しにする。
- ・ 構造物全体または、太陽電池の周囲に目隠し用の柵や壁を設ける。

- ・ 太陽電池の上部を含めて、金網等で完全に囲ったうえ、施錠する。
- ・ 管理人や夜警を常駐させる。

#### (10) 建材と貯水槽

給水施設の建設材料のうち、材木と石材、コンクリートの骨材、砂は現地で調達可能である。特に石積み式の円形貯水槽や日干し煉瓦を積み上げた矩形の水槽は村落部で普及している。これらは、建設地の石材等を利用することから鉄筋コンクリートに比べて安価であることが利点である。石積みの構造物は MoWRMD の設計マニュアルにも載っており、縦方向の荷重に十分な強度を持っている。本計画の対象地域は地震が少ないことから石材の利用は有効であると考えられる。

貯水槽は半地下式にすることで、水槽下部の横方向にかかる水圧に対しても強度を高めることができるが、この場合給水点は地下になる。また、石積みの表面にモルタル仕上げを施すことでコンクリート製と比べて遜色のない出来栄とすることが可能であるが、水密性はコンクリート製に比べて劣る。貯水槽の天板は、コンクリートスラブを打設することが難しいために、水槽内に柱を立ててトタン板をかけている例が多い。こうしたカバーは完全なものではなく、躯体との隙間から昆虫・小動物や砂塵が侵入して水質が悪化し、これを飲むことで水因性疾病の原因となったり、マラリア蚊が発生する温床となったりしている。

### 3-6 衛生状況

#### 3-6-1 村落給水衛生事業に関わる MoWRM 以外の省庁

MoWRMD のほかに村落給水衛生事業に関連する省庁では、保健省 (MoH)、及び女性・スポーツ・文化・社会事業省 (MoGSCSS) が、各県支所に村落部への巡回活動を行う人員を擁している。

MoH は保健衛生向上の普及を、MoGSCSS はコミュニティにおける住民組織支援活動を行っており、給水施設の維持管理に対する直接的な支援を活発に実施する役割は担っていない。また、両省が村落部において給水施設を建設する例は確認されなかった。

しかしながら、MoH は、学校や飲食店における給水の水質検査を行い、汚染を確認した場合には改善を指導しており、MoGSCSS は、コミュニティに対して、給水施設に関する水利用の権利や保守義務、資金管理をめぐるトラブルが生じた場合に解決を支援することがある。MoH、MoGSCSS とは、衛生教育や住民組織化支援において、MoWRMD の村落給水事業と連携を検討する必要性があると言える。

これらの省庁が村落部において実施している活動の人員体制は次表のとおりである。

表 3-16 関連省庁の県支所による村落部での活動体制

省庁	役職名	マチャコス県	マクエニ県	キツイ県	ムウインギ県
MoH	District Public Health Officer	1人 (0)	1人 (0)	1人 (0)	1人 (0)
	Public Health Officer	22人 (0)	21人 (3)	8人 (2)	9人 (1)
	Public Health Technician	57人 (20)	59人 (9)	34人 (5)	29人 (2)
MoGSCSS	District Social Development Officer	1人	1人	1人	1人
	Social Development Officer ／ Social Service Officer	6人	2人	7人	4人
	Adult Education Officer	—	16人	62人	55人
	Community Development Assistant*	10～20人	—	9人	4人

出典：MoH、MoGSCSS 各県支所

( )内は女性職員の人数、\*は地方自治体からの人材借入による職員数

MoHの県支所は、県都にあるMoHの総合病院の敷地の中に独立した事務棟を持っている。この県総合病院は地域の保健医療活動の核となっている。各県支所では、地域の保健所や診療所を拠点として医療・保健・公衆衛生の活動を実施している。活動の内容は、飲食店への立ち入り検査による食品衛生管理や営業許可承認、給水設備の水質検査、公衆衛生啓発教育活動、母子保健及び栄養管理教育、排水・廃棄物による汚染状況監視などである。これらの機会を通して飲料水の処理やトイレの利用促進など、村落部での衛生観念の向上に向けた啓発が行われている箇所もあり、女性が衛生知識を得る機会となっている。

公衆衛生の担当者には、公衆衛生担当官 (PHO: Public Health Officer) と技官 (PHT: Public Health Technician) の階級がある。PHO・PHTは、県支所、及び各郡の郡役場内の事務所にある保健省の郡支所で勤務しており、主に郡支所を拠点にコミュニティへの巡回活動を行っている。保健省の郡支所には1支所あたり2～6人の職員が配置されており、MoWRMDの郡支所に比べて組織規模・活動内容とも充実している。

MoGSCSSは、保健省に比べ組織の人員規模が小さく、社会開発を担当する普及員 (SDO: Social Development officer/SSO: Social Service Officer。名称が県によって異なる) が所轄地域の広さに対して不足している状況にある。このため、県や郡などの地方自治体の事務所から、Community Development Assistant (CDA)、Social Development Assistant (SDA) の形で人員を補充して活動に当たっている。また、同省には成人教育を担当する部署があり、これは本来住民組織支援とは別業務であるが、SDOやSSOが配置されていない地域では、村落部で成人教育を行う教員 (AEO: Adult

Education Officer) が住民組織に対する支援活動を兼務する場合がある。また、MoGSCSS の県社会事業事務所では、コミュニティに形成される給水施設運営・利用のための組織である水利用者組合の登録を行っている。

### 3-6-2 病気の状況

乾期の水不足時には、「用便後や食事前に手洗いができない」、「川底を掘って汲み上げた濁水を飲む」など、衛生状況が悪化することから下痢、アメーバ赤痢、チフス、寄生虫等の水因性疾病の患者が増える。村落内では抗生物質などの売薬はなく、住民は病気であっても数 km 離れたヘルスセンターか診療所に受診に出かけざるを得ない。今回の雨期の調査では住民間に顕著な皮膚病・眼病の症例は見られなかったが、MoH によれば乾期にはこうした患者が増える。

また、雨期には住居の周りに水溜りが増えて、蚊が繁殖することからマラリアの症例が増えるほか、食物の腐敗が進み、食中毒やチフスの症例が増えることが MoH の県支所に報告されている。HIV/AIDS の感染者・死亡者は多く、予防教育が広く行われており、幹線道路沿いの商店の壁には避妊具の広告が一面に描かれている。MoWRMD の本省も HIV/AIDS 対策プロジェクト用の車両を保有している。そのほか、毒蛇による咬傷も多い。

### 3-6-3 衛生教育

上項に挙げたような感染症の経路については「知っている」、「病院やクリニックのポスターや、医療従事者から知った」という調査回答が成人女性に多く、母子保健サービスを受ける機会を通じて公衆衛生知識を得ていることがわかる。また、医療機関のない過疎地であっても、コミュニティの中に助産婦（産婆）の活動を行う女性が必ずおり、無医村において保健衛生に関する知識を普及する役割を担っている。これに比べると、成人男性や子供の衛生知識の程度は女性より低いことが推察される。調査対象が水管理委員会の委員（成人）であったため、学校で衛生教育の機会があるという調査回答は少なかった。

### 3-6-4 トイレの整備状況

ケニア国では保健省の指導の下、トイレの建設・利用が奨励されており、調査対象地域の村落部においても下水道施設はないものの、縦穴式の簡易トイレ (latrine) が各家庭の戸外に設置されている。地盤が良質なことから、縦穴は土留めなしでほぼ垂直に 5~8m ほどの深さまで掘られており、家庭用のものは 5~10 年近く使用可能である。上部は地盤面にコンクリートで便器を成型した後、石積やトタン板で目隠し用の小屋を設営する。地下の貯留空間がし尿で一杯になった後は埋設して、別のトイレを建設する。

この簡易トイレの普及率は高く、保健省の統計資料によればマチャコス県やマクエニ県では7割を越す住民がトイレを利用している。ただし、これらは成人用のトイレであって乳幼児には用いられていない。そのため、乳幼児の排便を戸外に放置せず母親が確実にトイレに捨てるように保健省は指導を行っている。また、浅井戸が近くにある場合に、縦穴式トイレの中の排泄物が地下に浸透して水源を汚染している状況が危惧される。

### 3-6-5 調査対象県の衛生指標

調査対象県における保健衛生分野の各指標を次表に示す。これらの指標は、MoHの各県支所から回答されたものであるが、キツイ県からは回答が得られなかったため、基本設計調査の中で確認することが必要である。

表 3-17 調査対象県における保健衛生に関する指標

指標項目	マチャコス県	マクエニ県	ムウインギ県	
人口 (1999)	906,644 人	771,545 人	303,828 人	
面積 (1999)	6,281 km <sup>2</sup>	7,966 km <sup>2</sup>	10,030 km <sup>2</sup>	
人口密度 (1999)	144 人/km <sup>2</sup>	97 人/km <sup>2</sup>	30 人/km <sup>2</sup>	
人口増加率	1.7%	2.8%	2.4%	
乳幼児死亡率	53 人/1,000 人	45 人/1,000 人	98 人/1,000 人	
出生率	46 人/1,000 人	45 人/1,000 人	43 人/1,000 人	
死亡率	9 人/1,000 人	7 人/1,000 人	11 人/1,000 人	
妊産婦死亡率	2 人/1,000 人	6 人/1,000 人	4 人/1,000 人	
生涯出産数	3.5 人/女性 1 人	4.7 人/女性 1 人	5.9 人/女性 1 人	
避妊手段利用率	34%	—	33%	
予防接種普及率	63%	64%	64%	
安全な水へのアクセス	36%(雨季) 26%(乾季)	41%(雨季) 29%(乾季)	25%	
トイレ普及率	76%	87%	40%	
患者数の多い疾病の種類	1	マラリア	マラリア	マラリア
	2	呼吸器系疾患	呼吸器系疾患	呼吸器系疾患
	3	皮膚疾患	皮膚疾患	皮膚疾患
	4	下痢疾患	下痢疾患	下痢疾患
	5	腸内寄生虫疾患	腸内寄生虫疾患	腸内寄生虫疾患
	6	肺炎	肺炎	泌尿器系疾患
	7	泌尿器系疾患	泌尿器系疾患	眼疾患
	8	不慮の事故	不慮の事故	不慮の事故
	9	眼疾患	眼疾患	肺炎
	10	耳疾患	耳疾患	リウマチ・関節痛

出典：MoH 各県支所