

5-3 地下水シミュレーション

(1) シミュレーションモデル

水理地質学的調査に基づき、帯水盆における3帯水層が有限差分3次元シミュレーション法によってモデル化された。

(2) データ入力

水文・水理地質学的調査によって得られたデータにより、帯水層定数・揚水量・地下水涵養を算出し、モデルに入力した。帯水盆における現況の地下水利用は年間約1,500万m³と算出された。(家庭用水240万m³、備蓄貯水570万m³、灌漑用水690万m³)

(3) 推定

揚水量の変化に伴う地下水位の変動を推定するため、6ケースについて検討を行った。ケース1と2では現在の地下水利用量を維持した場合を想定した。ケース3では、灌漑用水が現況の120%に増加し、ケース4から6ではそれぞれ70%、50%、0%に減少した場合を想定した。シミュレーションの期間は100年とした。カラハリおよびアウオブ帯水層におけるケース2の結果を図5-3に示した。

< 表 5-2 地下水シミュレーションケース別条件 >

Case	Pumping Rate (million m ³ /year)				Recharge Rate (million m ³ /year)	
	Domestic	Stock Watering	Irrigation (%)	Total (%)	Ordinary Year	1/50 Years Rainfall
1	2.36	5.69	6.89 (100)	14.94 (100)	4.60	-
2	2.36	5.69	6.89 (100)	14.94 (100)	4.60	79.86
3	2.36	5.69	8.27 (120)	16.32 (109)	4.60	79.86
4	2.36	5.69	4.82 (70)	12.87 (86)	4.60	79.86
5	2.36	5.69	3.44 (50)	11.49 (77)	4.60	79.86
6	2.36	5.69	0 (0)	8.05 (54)	4.60	79.86

(4) 推定結果と取水許容量

シミュレーション結果は表5-3に要約される。スタンプリート地区(図4-2中のArea)での地下水利用量は現時点で既に許容量を超えており、今後の利用増は地下水位維持の観点から認められない。また、灌漑用水についてはスタンプリート地区で50%削減が必要であり、揚水レベルが現在のまま、あるいは増加した場合では、近い将来(ケース3では25年以内)にカラハリ帯水層が枯渇することが明らかになった。(図5-2参照)

一方で、他の地域では家畜用水か家庭用水としての地下水利用が主要であり、今後大幅な増加が見込ま

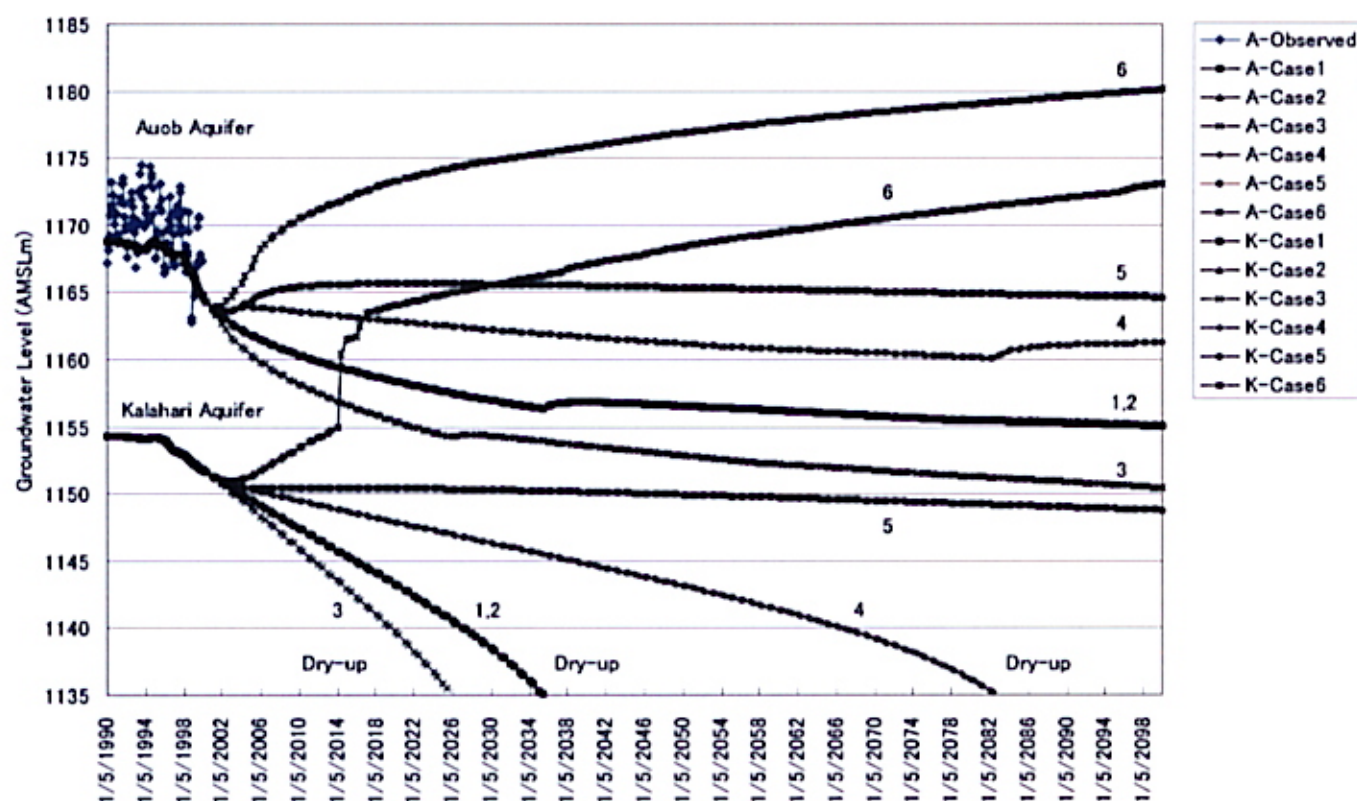
まれなものであるため、シミュレーションのどのケースでも問題はない。スタンプリート地区では、ケース5（灌漑用水を現在の50%に削減）とケース6（灌漑用水を現在の0%に削減）のみが許容出来る。ケース4（灌漑用水を現在の70%に削減）ではカラハリ帯水層が80年で枯渇することになり、許容できない。帯水層の枯渇を回避するためには、灌漑のための地下水の汲み上げは少なくとも1999年時点の50%に削減する必要がある、これは1992年時点の灌漑用水の利用レベルに相当するものである。

＜ 表 5-3 地下水シミュレーション結果 ＞

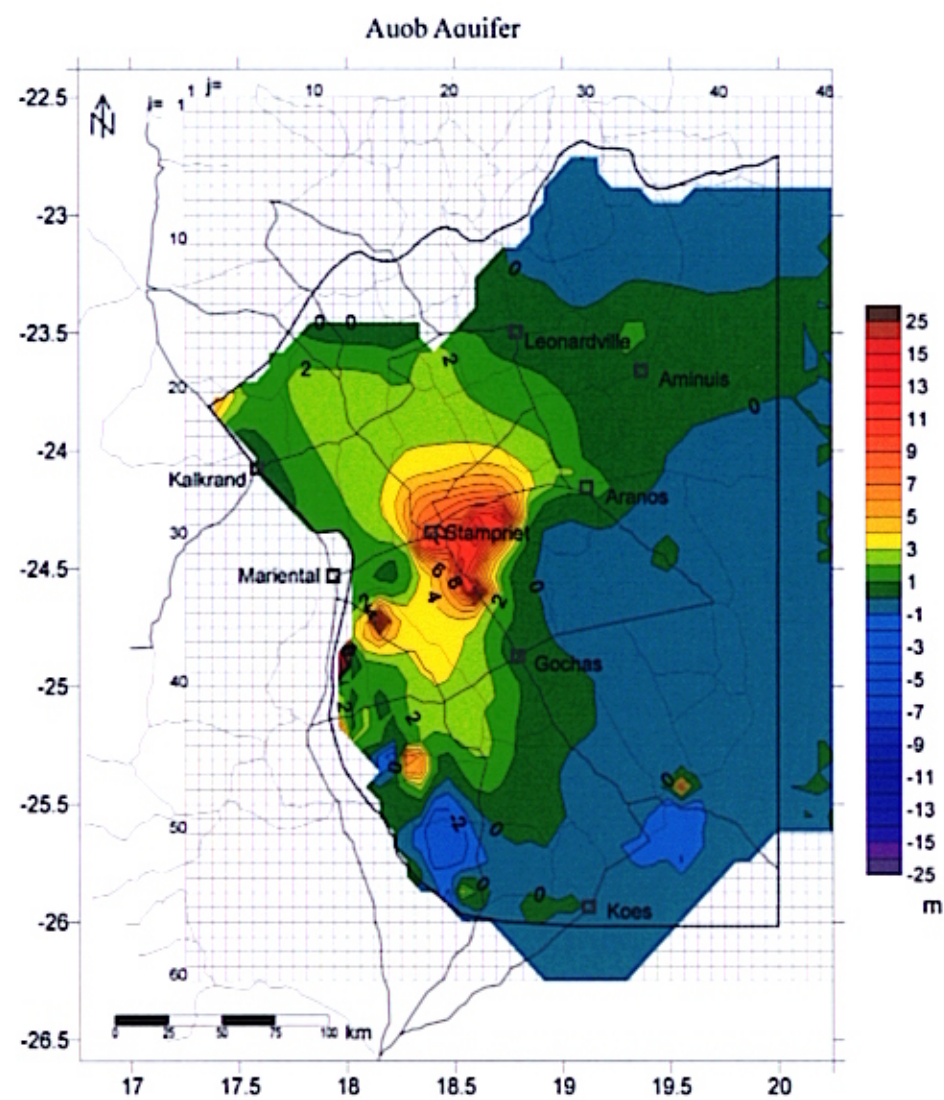
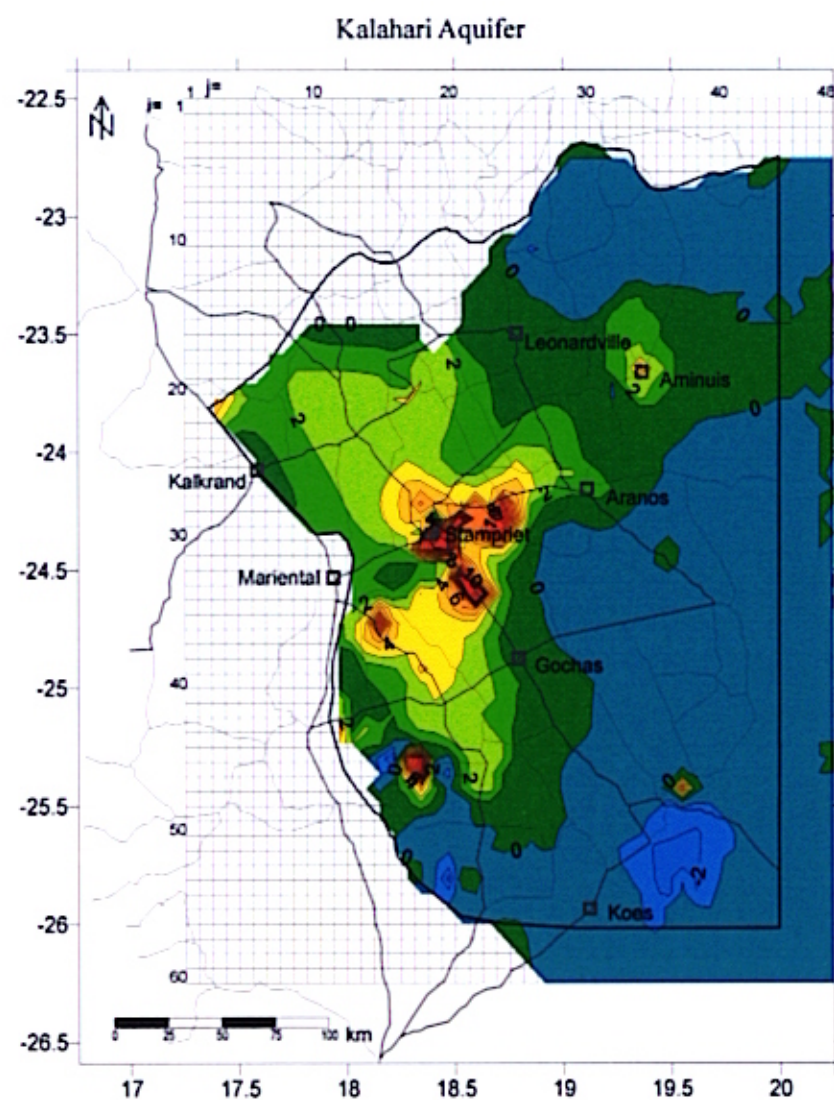
Area		Stampriet Area				Other Area			
Constraint		Water Balance		Economic		Water Balance		Economic	
Case	Aquifer	Kalahari	Auob	Kalahari	Auob	Kalahari	Auob	Kalahari	Auob
1		NA	NA	UD	A	A	A/UD	G	G
2		NA	NA	UD	A	A	A	G	G
3		NA	NA	UD	UD	A	A	G	G
4		NA	UD	UD	G	A	A	G	G
5		A/UD	A	G	G	A	A	G	G
6		A	A	G	G	A	A	G	G

Remarks: Water Balance: G=Good (0-0.03m/y), A=Allowable (0.03-0.10m/y), UD=Undesirable (>0.11m/y), NA=Not Allowable (Dry up)

(Drawdown) Economic: G=Good (0-10m), A=Allowable (10-20m), UD=Undesirable (>20m), NA=Not Allowable (Dry up)



＜ 図 5-2 スタンプリートにおけるカラハリ、アウオブ帯水層の地下水位変動予測結果＞



< 図.5-3 カラハリ、アウオブ帯水層の推定水位低下量分布図 Case 2 (100 年後)>

6. 環 境

6.1 初期環境調査

地下水資源を持続的に利用するための地下水管理計画が環境に与える影響を評価するために初期環境評価(IEE)を実施した。JICA ガイドラインでは、地下水開発事業について 23 の環境重点項目に亘り、事業の与える影響の度合いを A から D までの 4 段階で評価を行うことになっている。しかし、本調査は、開発事業の提案を主旨とするものではないため、A 評価(環境に対して重大なインパクトが見込まれる)に該当する項目は無い。B 評価(多少のインパクトが見込まれる)項目は、以下の 4 項目であり、それぞれの項目の評価概要とともに示す。

(1) 経済活動

持続可能な地下水利用のための管理計画には、灌漑用水の制限を含むため、直接的な影響としては農業生産の低下が懸念される。そのため、水利用効率の向上や作物種の転換、住民および自治体および各種団体への啓蒙活動などの十分な影響緩和策が取られる必要がある。

(2) 水利権・入会権

地下水は公共用水であるため、政府がその管理・規制を行うことは法的に問題がないが、現実には、地下水利用の管理を新しく導入することによって従来の水利用が規制された場合、社会的なインパクトが発生する恐れがある。管理計画の効果的で円滑な導入のためには、規制区域別の段階的な実施や住民理解を促進するための配慮がなされる必要がある。

(3) 地下水

地下水管理計画は、持続的利用を促進するための施策を旨とするものであるため、調査対象地域の地下水資源に対しては、新たなインパクトを与えるものではない。むしろ、過剰揚水を防ぎ、低下傾向にある地下水位を保つ効果が期待される。

(4) 動植物

近年の調査対象地域における生態学的な懸念は、外来種の侵入による生態系攪乱と、蒸発散による地下水涵養の減少である。本調査では、植物による蒸発散が予想されたよりも大きな割合を占めることが明らかにされた。また、過放牧や砂漠化も地下水位の低下に影響を与える要因として重要である。しかし、現時点ではこれらの問題に関する十分な研究がなされていないために、適正な評価を行うことが難しい。より詳細な検討がなされるべき項目である。

地下水資源に対する潜在的なインパクトが予想されながら、その影響の度合いが「不明」である 3 項目(保健衛生、廃棄物、水質汚染)については C 評価が下された。これらの項目については、今後も地下

水利用上、配慮の必要な項目として検討されるべきである。

7. 地下水管理計画

7-1 揚水削減目標

シミュレーション結果によると、持続的に地下水を利用して行くためには、現在の灌漑用水を少なくとも 50% 以上削減する必要がある。しかし、一挙に半減させることは非現実的であるので、第 1 段階として 30% 削減を目標とするのが現実的である。

7-2 揚水規制対策

表 7-4 の様に示す様に、揚水規制対策として 8 項目をあげ、その優先度を設定した。それらの中から、「作物転換」、「効率的灌漑方法の適用」、「灌漑面積の削減」、「地下水の有料化」について記述する。

(1) 作物転換

牧草からブドウ、トウモロコシへそれぞれ転換した場合の転換面積率毎の削減効果は以下の表の通りである。ケース 1 シナリオ 2 だけでも目標の 30% カットが達成できる。

< 表 7-1 作物転換と灌漑用水削減効果 >

ケース 1 牧草 → ブドウ

	作物転換面積率(%)	削減揚水量 (m ³)	削減率(%)
シナリオ1	100	6,140,737	89
シナリオ2	50	3,070,368	45
シナリオ3	20	1,228,147	18

ケース 2 牧草 → トウモロコシ

	作物転換面積率(%)	削減揚水量 (m ³)	削減率(%)
シナリオ1	100	1,917,569	28
シナリオ2	50	958,784	14
シナリオ3	20	383,514	6

(2) 効率的灌漑方法の適用

より効率的な灌漑方法を適用した場合の削減効果は表 7-2 に示される通りである。

調査地域においては、すでに効率的な灌漑方法がかなり適用されているので、灌漑方法の転換をすべて実施した場合、現在の揚水量の約 5% に相当する 215,500 m³ / 年の削減量が期待できる。

< 表 7-2 小規模灌漑方式への転換による揚水削減効果 >

	転換灌漑方式	削減量 (m ³ /年)	備考
Case 1	Flood → Micro (30% saving)	91,500	30.5ha x 10,000 m ³ x 30%
Case 2	Sprinkler → Micro (10% saving)	83,000	83ha x 10,000 m ³ x 10%
Case 3	Pivot → Micro (10% saving)	15,000	15ha x 10,000 m ³ x 10%
Case 4	Flood, Sprinkler → Micro (20% saving)	26,000	13ha x 10,000 m ³ x 20%
	Total	215,500	-

Note: 10,000 m³ = averaged water consumption per ha
20% is the average of Case 1 and 2

(3) 灌漑面積の削減

Area (図.4-2 参照) の耕作地では過剰灌漑が行われている。灌漑の許可に関しては、単位面積当たりの原単位 (Fig.4-3) と耕作地毎の灌漑面積で規制されている。

現在の調査地域における許可灌漑耕地の面積は 399.5ha であるのに対して、実態は 546ha と約 37% の過剰灌漑である。これを見直すことにより、揚水量削減目標を達成することが可能である。

(4) 地下水の有料化

住民の啓蒙と良心に依存する対策だけでは有効に機能しない場合には、より強力な対策として、地下水の有料化を導入する必要がある。灌漑用水を対象とした有料化であるので、作物毎の付加価値を考慮した 0.4 ~ 1.5N\$/m³ を水価とすれば、(2) で検討した作物転換が実行され、揚水削減対策を促進することができる。また、現在無料で使われている地下水が有料になることによる心理的節水効果も期待できる。

< 表 7-3 作物別付加価値 >

	Gross Income (N\$/ha)	Total Cost (N\$/ha)	Net Income (N\$/ha)	Unit Water Consumption (m ³ /ha)	Value Added per m ³ (N\$/ m ³)
Wheat	6,000	4,320	1,680	12,187	0.138
Lucerne	12,000	5,880	6,120	28,480	0.215
Cotton	11,000	5,360	5,640	16,507	0.342
Maize	8,000	4,700	3,300	9,427	0.350
Grapes	40,000	17,668	22,332	14,761	1.513
Sweet Melon	40,000	12,708	27,292	10,467	2.607

実際の管理計画では、これらの項目の組み合わせとして実施されることとなる。

表 7-4 地下水揚水量削減のための対策案

No.	優先度	対策案	対策の内容	備考
1		持続的地下水利用の啓蒙	Farmer Union の協力を得ての地域毎の説明会開催。	本調査で得られた帯水層のポテンシャルと、現在の揚水量を継続した場合の影響について理解を得る。
2		揚水量の把握	毎年揚水量を井戸の所有者から報告する義務を徹底する。	すべての井戸への流量計設置と揚水量の定期的報告を再度義務付け、その実施状況をモニタリングする。
3		揚水許可の見直し	現在与えられている井戸毎の許可揚水量を一旦白紙に戻し、現在の総揚水量から 30%削減した揚水量で再配分する。	現在違法に未登録となっている井戸を含めて、WW No. を交付し、揚水量を割り当て、揚水実績の報告を義務付ける。
4	○	灌漑面積の削減	許可灌漑耕地面積を守らせる。	Stampriet 地域 (Area II) の現況灌漑面積 546ha を許可面積 399.5ha に戻す。
5	○	作物転換	同一作付け量であっても、水需要が少ない作物で、かつ農産物による農家の収入が減少しないような作物への転換を促進する。	農業局 (Department of agriculture) や農業者団体等の協力を得て、どのような作物への転換が可能かを検討し、農家の理解と協力を求める。転換の実態をモニタリングする。
6	○	地下水使用者の自主的揚水削減	啓蒙活動により、農家が自主的に揚水量を削減することを期待する。	No. 1 の啓蒙活動とリンクしており、Farmer Union 他の農業者団体の協力が必要。
7		効率的灌漑方法の適用	より効率的な灌漑方式への転換を促進する。現時点で効率化が進んでいるが、さらに徹底する。	農家の協力を得て、方式毎の灌漑面積を把握する。その経年変化をモニタリングする。
8		地下水の有料化	地下水揚水が減少する程度の金額を揚水量に応じて課金する。	本調査で得られた Water Value を利用して妥当な課金額を設定する。

注) : 直ちに実行すべき対策

○ : 短期的観点から実施を検討すべき対策

: 中～長期的観点から実施を検討すべき対策

7-3 地下水モニタリング計画

(1) 地下水モニタリングの目的

- 地下水の現状把握
- 管理計画の実施状況把握
- 管理計画の効果の検証
- 管理計画見直し
- 地下水盆数値モデルの改良

(2) モニタリング対象地域

Southeast Kalahari Artesian Groundwater Basin 全体を対象とするが、Fig.5-3 に示すように、地下水位低下が著しい地域はスタンプリートを中心とした地域に限られている。このため、この地域を地下水位監視特別地域（Special Groundwater Control Area）と捕らえ、重点的にモニターを行うこととする。

(3) モニタリング項目および方法

モニタリングの内容は、表 7-5 のように地下水に関する技術的な項目と、行政的な項目とに区分される。

表 7-5 モニタリング項目

区分	No.	重要度	モニタリングの項目	モニタリング方式	モニタリング主体
技術的モニタリング項目	1		地下水位	自記水位計、手測りによる測定	DWA
	2		水質	試料採取、分析	DWA
	3		降水量	自記雨量計	DWA
行政的モニタリング項目	4		揚水量	流量計、立入調査	井戸所有者、（DWA）
	5	○	灌漑方式の改良	報告、立入調査	農家、（DWA）
	6	○	作付け作物の転換	報告、立入調査	農家、（DWA）

注）：直ちに整備すべき項目

○：整備することが望ましい項目

(4) 技術的モニタリング項目

i) 地下水位

地下水位の重点監視地域は、カラハリ層に於いて急激な地下水位の低下が予測されているスタンプリートを中心とした特別監視地域である。カラハリ帯水層を対象とした観測井は、調査地域内で 14 個

所に存在するが、特別監視地域内には皆無である。このため、図 7-1 に示す 3 個所に新たに観測井を設置する必要がある。それ以外の地域では、DWA が保有する観測井と調査団が本調査に於いて設置した観測井を含めた配置で対応が可能である。

アウオブ層およびノソブ層については、DWA が保有する観測井と調査団が本調査に於いて設置した観測井を利用することで、モニタリングを継続する。

観測間隔は、表 7-6 に示す通りとする。観測結果は、図 3-7 のように、速やかに地下水位の経年変化を示す地下水位変動曲線図にまとめ、地下水位の変化が把握できるようにする。

表 7-6 地下水位の測定およびデータ回収間隔

測定方式	測定・データ回収間隔	とりまとめ
自記水位計（SEBA）	連続測定、3 ヶ月毎に回収	日毎の地下水変動曲線図
自記水位計（記録紙方式）	連続測定、毎月 1 回回収	月毎の地下水変動曲線図
手測り	毎月 1 回測定	月毎の地下水変動曲線図

この他、スタンプリートを中心としたアウオブ川流域にある多数の湧泉について農家の協力の下、湧出量、水頭のモニターを 5 ～ 10 箇所程度行う必要がある。

ii) 水質

調査地域には salt block と称する塩分濃度が極端に高い地域が存在する。しかしながら、地下水の貯留量に比して揚水量は極めて小さいため、salt block の水が拡散するとは考えられない。このため、調査地域全体の水質を均等にモニタリングする必要は無い。特別地域では、今後地下水の低下が予想されるため、それに伴う水質の変化が生じる可能性もある。そこで、水質については、表 7-7 に示した井戸に於いて次のようなモニタリングを行うこととする。

表 7-7 水質分析モニタリング

地 域	水質分析間隔	分析項目
特別地域	1 年に 1 回	主要陽・陰イオン、NO ₂ 、NO ₃ 、SiO ₂ 、F、pH、TDS、
特別地域以外	2 年に 1 回	

iii) 降水量

帯水層への涵養量を検討するためには、地下水位データのみならず、降水量のデータが不可欠である。しかも、観測所は地下水の涵養地域およびその涵養地域を含む流域の上流部に必要である。気象庁による観測が調査地域および周辺地域で行われているが、欠測が多く地下水涵養の解析に使用できるデータは多くはない。したがって、DWA による独自の観測体制の構築が望まれる。DWA は現在 IAEA のプロジェクトによって調査地域および周辺地域の数カ所に雨量計を設置している。これに加えて、地下水の涵養域と見られる次の地域に雨量計を設置することが求められる。

Uhlenhorst、Hoachanas、Christiana、Weissrand

(5) 行政的モニタリング項目

i) 揚水量

調査地域の地下水の水収支を明らかにする上で揚水量の把握は不可欠であり、地下水利用者の協力を得て、現在使用されているすべての井戸への流量計設置とその報告を促進すべきである。揚水量のモニタリングは、今後の地下水管理にあたって欠くことの出来ない項目であり、流量計の設置状況および揚水量の報告状況について、現地での立入調査を行ってでも実現を図る必要がある。

ii) 灌漑方式の改良

効率的な灌漑方式を採用し、必要かつ最小限の揚水で灌漑が行われることが重要である。この観点から、作付け作物毎に必要なとする灌漑揚水量に見合った揚水が行われるよう啓蒙活動によって農家の協力を求めるとともに転換の状況をモニタリングすることが必要である。

iii) 作付け作物の転換

灌漑揚水量あるいは作付面積を減少させても農家の収入が減少しないような、より付加価値の高い作物への転換を、農家の同意を得ながら促進する必要がある。この実現は、全揚水量へ大きな影響を及ぼすため、その実施状況をモニタリングしていくことが求められる。

7.4 人材計画

地下水モニタリングの大半は、DWA の Geohydrology Division が主体となることが求められる

表7-8にモニタリングに必要なとする要員の種類、員数、その業務内容を示すが、Geohydrology Division の要員体制は表 7-9 に示すように、定員の約半数が欠員になっており、ここで述べた地下水モニタリングが的確に遂行できるか否かが危惧される。なお、下表に示す必要要員数は、調査対象地域における地下水モニタリングのみに必要な数である。

Senior Geohydrologist あるいは Geohydrologist レベルの要員は、地下水モニタリングの責任者となるものであり不可欠であるが、現状では充足することが困難であることも予想される。このため、当面ナミビア国内コンサルタントの活用、国外援助機関からの要員派遣等で対応することも考えられる。

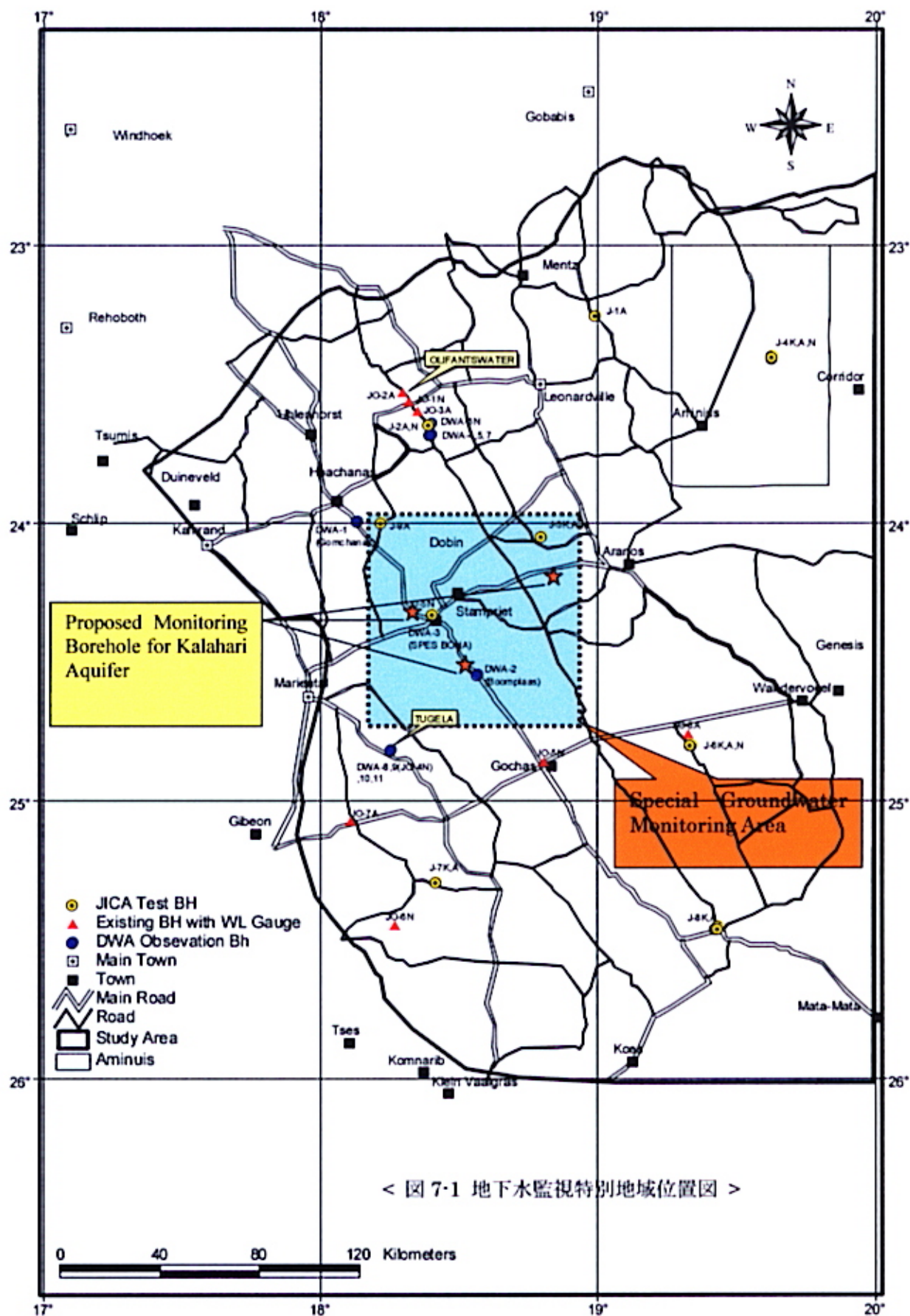
Technician については、現状ではデータの取得と読み取りまでを行い、データの整理は担当していない。例えば地下水位の観測の場合、データ読み取り後の地下水位変動のグラフを作成するところまでは少なくとも担当する必要がある。地下水変化のグラフを作成することにより、誤測定や読み取りのミスを無くし、モニタリングの質を高めることが可能である

表 7-8 モニタリング項目と必要要員および業務内容

要員の種類	要員数	業務内容	備考
Senior Geohydrologist or Geohydrologist	1-2	- 地下水位観測の管理、観測データの解析 - 水質試料採取、分析結果の整理解析	早急に必要。
Groundwater Simulation Expert	1	地下水シミュレーションモデルの改良	モニタリング開始の約5年後頃から必要
Technician (A)・(B)	2	- 地下水観測データの回収、整理 - 降水量観測データの回収、整理 - 揚水量 - 水質分析試料採取、分析データの整理	Technician の業務は、時期により業務量の変化があるため、状況により互いに保管する体制が必要。
Technician (C)	1	- 灌漑方式の改良および作付け作物の転換状況の立入調査、調査結果の取りまとめ	
	-	- 河川流量データの回収	Hydrology Division の協力を得る。

表 7-9 DWA の 2001 年 10 月における要員の配置状況

職 位	定 員	充足数	欠員数
Deputy Director: Geohydrology	1	1	0
Senior Geohydrologist	3	1	2
Geohydrologist	9	1	8
Technician	10	2	8
(Drilling Section)	-	-	-
Driller	2	2	0
Foreman	3	2	1
Technical & Clerical Assistant	6	5	1
<Total>	34	14	20



< 図 7-1 地下水監視特別地域位置図 >

8. 結論と勧告

8-1 結 論

1) 水理地質構造

カラハリ、アウオブ、ノソブ帯水層は、単純な単斜構造ではなく、かなり複雑な構造を呈している。この調査を通じて帯水層の再定義もなされた。(図 3-1 参照)

2) 帯水層ポテンシャル評価

アウオブ帯水層はもっとも高いポテンシャルを有し、カラハリ帯水層がそれに次いでいる。一方、ノソブ帯水層はもっとも低いポテンシャルを示している。(図 5-1 参照)

3) 地下水流動、涵養機構

a) 地下水流動

各帯水層の地下水は、北西から南東へ流動しており、帯水盆を流下するのに数 1,000 年かかるものと思われる。(図 3-6 参照)

b) 涵養

帯水盆への涵養の主体は、河川と帯水盆の縁辺部にある石灰質シンクホール(ドリーネ)ばかりでなく、割れ目を潤す降雨によるものである。これらによりカラハリ帯水層への直接涵養は平年で $105 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{年}$ 、50 年確率降雨年では $1,550 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{年}$ となる。アウオブ帯水層への涵養はカルクランド玄武岩、カラハリ帯水層を経由して行われるが、それは主に例外的な降雨の間だけである。一方、ノソブ帯水層への涵養は無視しうる程度であり、その地下水は化石水と考えられる。

4) 水収支

a) 平年では約平均 5 cm / 年のカラハリ地下水位の低下が継続し、50 年確率の大雨があった時でも涵養によって水位が回復するものの、現状においては低減傾向に歯止めは掛からない。

b) 地下水涵養量は平年で降雨の約 0.5% で、1/50 確率の大雨の年でも 3 % 程度であり、大半は蒸発散で失われている。涵養は大量の帰化植生によって阻害されているのでこの問題解決のために注意を払うべきである。

5) 地下水需要

- a) 帯水盆からの総地下水揚水量 1 5 百万 m^3 / 年の約半分 6 . 8 8 百万 m^3 / 年は灌漑用水で、そのうちの約 7 8 % はスタンブリート地区に集中している。（表 4-1、図 4-1, 4-2 参照）
- b) 帯水盆からの年間帯水層別地下水使用量は、カラハリ帯水層から 66%、アウオブ帯水層から 33% でノソブ帯水層からは僅か 1% である。

6) 地下水シミュレーション

- a) 地下水位の低下はスタンブリートを中心とした約 6 0 k m 四方の範囲に特に顕著である。（図 5-3 参照）
- b) 現状の揚水実態のままでは約 3 0 年後にスタンブリート地区でカラハリ帯水層が干上がる井戸が出てくる懸念がある。（表 5-2, 5-3, 図 5-2 参照）現在の過剰揚水からすれば、7 章で述べられた水需要管理計画に必要な削減手法が適応されるべきである。

7) 地下水管理計画

a) 地下水需要管理

灌漑揚水を当面 3 0 % 削減することを目標に、その削減方法として以下の項目を提案した。

- i) 持続的地下水利用に関する啓蒙キャンペーンの開始。
- ii) 地下水揚水量の適切なモニターリング。
- iii) 地下水の適正配分のための許可条件を見直し。
- iv) 灌漑面積の削減。
- v) より価値の高い作物への転換。
- vi) 地下水使用者の自主的揚水削減。
- vii) 効率的灌漑方式の適用。
- viii) 地下水の有料化。

b) 帯水層管理

持続的な地下水利用のための帯水層管理を以下のように計画した。

- i) 図 7-1 に示されるように地下水盆全体をカバーする地下水モニターリング計画が策定された。地下水位を継続的にモニターして行くべきである。
- ii) また、スタンプリート周辺の約 9 0 k m 四方を特別地下水監視地域にするよう提案された。（図 7-1 参照）ここに 3 ヶ所の記録計付き観測井を追加すべきである。

c) 職員採用

本調査の継続ならびに本計画を実施してゆくために承認された DWA 人員を増やすべきである。

8) 環境初期評価

提案された地下水管理計画は、スタンプリート帯水盆の地下水ポテンシャルに対して、ポジティブに作用するので環境により効果をもたらすことが期待される。

9) カウンターパート研修

本調査を通じてカウンターパートに対してオンザジョブトレーニングとして、各調査団員からそれぞれの分野に関する技術移転がなされた。また、カウンターパート機関の局長、副局長に対しては、日本でのカウンターパート研修を通じての技術移転もなされた。

8-2 勸 告

- 1) このレポートは原則として受け入れられる。
- 2) 帯水層への平均涵養量は、将来のモニターリングとその見直しにもよるが $135 \times 10^6 \text{m}^3/\text{年}$ に限られる。
- 3) 7章で示した適正な帯水層管理計画を実行すべきである。
- 4) 限られた地下水資源利用がもたらす便益を最大化させるため、7-1 で提言されたように、灌漑用の地下水配分基準を調整する必要がある。
- 5) 現在の過剰揚水の実状からすると、レポートの 7-1 で述べられたように水需要管理計画の一環として需要抑制のためにすべての水利用者と協力して揚水削減対策をこの地下水盆で実施すべきである。そして地方水委員会がその主たる役割を担うべきである。
- 6) 井戸建設を改善し、既存の地下水揚水井戸からの漏水を減らすために更なる調査を実施しなければならない。地下水盆内で起こっている疑いのある地下水汚染を評価・対策し、被圧水頭の減圧を改善し、表流水の帯水層への涵養を促進させることにより一層の関心が払わなければならない。また、帰化植生の問題にも対処すべきである。
- 7) 本調査で用いられた技術と得られた数々の成果は、ナミビア国内における他の地下水盆の管理に生かされるべきである。