西アフリカ・サヘル地域の地下水*

——とくにセネガル・マリ・ニジェールについて——

辻本 徹文**・山下 千文**・西元 弘隆***・村下 敏夫****

Ground Water in Sahel, West Africa

——Especially on Senegal, Mali and Niger——

Tetsufumi TSUJIMOTO**, Chifumi YAMASHITA**,
Hirotaka NISHIMOTO*** and Toshio MURASHITA****

Abstract

This paper describes a brief outline of ground-water resources in Senegal, Mali and Niger, of the Sahel of West Africa.

In Senegal, the principal aquifers are the sand stone of Continental terminal in the central part, the dune sand on the coast of the Atlantic, Alluvial deposits along the River Senegal, the River Gambia and others, and Paleozoic and Precambrian rocks in the South East. Yields of wells are generally lower in most rocks and higher in Continental terminal. Most of ground water is potable in the chemical quality, but is contaminated locally by sea water along the rivers.

In the eastern part of Mali, the principal aquifers are Alluvial deposits along the River Niger and wadies, the sand stone of Continental terminal and Continental intercalaire. The water-yielding properties of Alluvium are generally better than the others. The chemical quality of water is better in shallower aquifer than the deeper. Most of wells are “*puits*”, about two meters in diameter, and utilized for drinking and livestock.

In the Air region of Niger, the principal artesian aquifers are the sand stone of Cretaceous and Carboniferous. Most of wells are under flowing condition, and yield generally mineralized water, rich in sodium bicarbonate and/or sodium sulfate.

* 概要は、日本地下水学会昭和53年度秋季講演会において発表。

** KK日さく, Nissaku Company Ltd.

*** 住鉦コンサルタントKK, Sumiko Consultants Company Ltd.

****地質調査所, Geological Survey of Japan.

I ま え が き

西アフリカのサヘル地域においては、最近、日本人技術者による地下水の調査・開発がよく行われている。例えば、ニジェール国アイル地方のウラン開発に関連する地下水調査（山下・辻本，1978～1980），マリ国東部の社会開発に関連する地下水調査（村下・西元，1978年以降継続中），セネガル国内に点在する既存井戸の揚水設備に関連する基礎調査（辻本，1980～1981）がある。

これらの調査・開発の結果はほとんど未公表であって、多くの地下水研究者に十分な情報が伝達されていない。しかし、一般に、情報はそれがたとい微々たるものであっても、後続または後発して地下水調査を行うものにとって、しばしば貴重な参考資料となることを考慮して、上記3か国の調査結果を、発表が許される範囲内でまとめたのが、本文である。

なお、本文を通じて、3か国の記載内容に差があってまとまりを欠いているが、これは、調査の対象地域・目的・手法等がそれぞれに異なること、公表できる資料の範囲に限界があることによるものである。

II サヘル地域と気候

サヘル地域は、サハラ沙漠の南縁で、半沙漠（サバンナ森林地域と沙漠地域との中間的性格を有する地域）とされている。この地域に含まれる国々に、セネガル・モーリタニア・マリ・オートボルタ・ニジェール・チャドの6か国がある（図-1）。

サヘル地域の気候は、熱帯性で雨期と乾期に分かれ、北へいくほど乾期が長くなっている。

サバンナ森林地域の雨期は、6月から10月の約5か月間で、降雨量は700～1,100 mmである。その北側の沙漠地域の雨期は、7月～8月で、南側の地域より3か月程度短い。最大雨量は、両地域とも8月にみられる。

表-1は、各地における気温・湿度と年降水量を

図-1 サヘル地域

Fig. 1 Outline of Sahel.

- 1 DAKAR, 2 TIJIKJA, 3 BAMAKO, 4 GAO,
5 QUAGADOUGOU, 6 NIAMEY, 7 BILMA
8 FORT-LAMY, 9 AGADEZ

示している。一般に、雨期前の1～2か月間は暑く、雨期明け後2～3か月は涼しい。したがって、サヘル地域で野外調査が可能なのは、雨期明け後1か月ほど経って道路事情（雨期の沙漠はくぼみに水が溜まり、道路に「ぬかるみ」ができる）がよくなってから次の乾期が始まるまでの期間である。

マリ国の例では、乾期には全国土が乾燥した東風の熱風の影響を受け、乾期の後半にあたる4月～5月にはこのために気温が40°Cを超える。12月～2月の期間は気候が比較的涼しく、気温は夜間に15～18°Cまたはそれ以下（1981年ガオで5°Cを記録した）に下がるときもある。このような気候のため、この国の地下水開発チームは、6月～9月の約4か月間、首都バマコに引揚げて、機械の修理・整備に当たっている。

III 水 理 地 質

サヘル地域における地質系統は、先カンブリア界から第四系までである。先カンブリア界・古生界は、一般に、山地・台地、白亜系は丘陵地を構成し、第

表-1 サヘルの気候値
Table 1 Climatic conditions in Sahel.

番号*	地名(国名)	標高	気温 (月の最高～最低)	温度 (同左)	年降水量 (10mm以上降る月)
		m	°C	%	mm
1	ダカル (セネガル)	23	30～17	79～64	578 (6～10)
2	チジカ (モーリタニア)	396	41～11	60～24	147 (")
3	バマコ (マリ)	332	39～17	81～24	1,099 (4～11)
4	ガオ** (")	250	43～14		260 (—)
5	ワガドゥグ (オートボルタ)	314	40～16	79～23	879 (4～10)
6	ニアメイ (ニジェール)	226	41～15	77～17	636 (5～10)
7	ビルマ (")	357	44～6	34～15	21 (8)
8	フォーラミー (チャド)	300	41～14	81～23	646 (5～10)

* 番号は図-1参照。

** ミシュラン社「北・西アフリカ道路地図」400万分の1)による。そのほかの気候値は理科年表(東京天文台, 1931)による。

表-2 各国の主要帯水層*
Table 2 Principal aquifers in the Sahel countries.

地質系統	セネガル	モーリタニア	マリ	オートボルタ	ニジェール	チャド
第四系	○沖積層 (河川) ○砂丘砂	○砂丘砂	○砂		○砂	
鮮新更新統					○砂	○砂 ○砂丘砂
第 三 系	陸成層** (古第三系上部一新第三系) ○砂 ○泥質砂岩	○砂 ○泥質砂岩	○泥質砂岩		○砂 ○泥質砂岩	○砂
	○上部 石灰岩 ○下部 石灰岩 (泥灰岩質)					
	○石灰岩		○砂 ○石灰岩			
白堊系	上部(海成層)	○砂(岩)	○砂(岩)		○砂(岩)	○砂(岩)
	下部(陸成層)***		○砂岩 ○泥質砂岩		○砂岩 ○泥質砂岩	
デボン系 オルドビス系 インフラカンブリア系		○砂岩	○石灰岩・ 砂岩 ○砂岩 ○変成岩	○砂岩 ○変成岩	○砂	○砂岩
先カンブリア界	片岩・花崗岩	片岩・花崗岩	片岩・花崗岩 ・片麻岩	片岩・花崗岩 ・片麻岩	片岩・花崗岩 ・片麻岩	片岩・花崗岩 ・片麻岩

* BRGM (1975) を参考にして作成した。

** Continental terminal の意識。

*** Continental intercalaire の意識。この地質時代を古生代-中生代とする文献もある。

三系は平地に広く分布し、第四系は河川沿いの低地に分布する。

これらの地層は、ごく一部を除いて、帯水層となる。サヘル地域各国における主要帯水層は、表一2のとおりであって、白亜系より新しい地層はいわゆる地層水、デボン系より古い地層は主に裂か水を帯びる。

1 セネガル

アフリカ大陸の最西端に位置するセネガルは、南東部の海拔約 500 m の丘陵地を除いては、海拔 200m 以下の広大な平地（国土の約80%）で、海岸に沿って海拔 15m 前後の砂丘地がある。

セネガルの水理地質区分は、図一2のとおりで、次のように説明される。

(1) 南東地域 海拔約 500 m の丘陵地を構成する地層は砂岩と珪岩の互層および石灰岩から成る先カ

ンブリア界と、泥質砂岩および砂岩から成るオルドビス系である。これらの地層は、風化帯あるいは亀裂が発達した部分だけが帯水層である。

(2) 中央地域 海拔 200m 以下の広大な平地を構成する地層は、泥質砂岩および不均質な砂層から成る第三系コンチネンタル・ターミナル（陸成層）である。ここにおける主要帯水層は泥質砂岩であるが、下位の暁新統泥灰岩は非帯水層である（図一3参照）。

(3) 海岸地域 太西洋に面する海岸に沿うては砂丘が発達している。この砂層が、この地域では主要帯水層である。砂丘砂層の下位層は、石灰岩・泥灰岩を主体とし、礫灰岩を挟む始新統である。なお、礫灰岩は肥料用原石としてセネガル国有数の鉱産物である。

2 マリ、東部地域

本地域は、ニジェール川以東の地域をさす。地域の北東部に、イフォラ山地と呼ばれる海拔 500～1,000 m の山地があり、山地の西・南に海拔 300～500 m の丘陵地が続き、丘陵地とニジェール川との間が海拔 200～300 m の平地、そしてニジェール川沿いに低地がある。したがって、本地域は、全体として北東から南西の方へ向かって傾斜する地形を成している。

本地域の地質、地質構造は、地形と次のような関係がある（図一4参照）。

図一2 セネガルの水理地質区分 (Senegal, 1977 による)
Fig. 2 Hydrogeological classification of Senegal
(after Senegal, 1977).

図一3 セネガル盆地の模式断面 (BRGM, 1975 による)
Fig. 3 Schematic profile of Senegal Basin (after BRGM, 1975).

図一四 マリ東部の地質 (saad, 1970による)

Fig. 4 Geology of the East of Mali

(after Saad, 1970).

先カンブリア界はイフォラ山地に、白亜系は丘陵地にそれぞれ露出する。白亜系は南西方へ向かってゆるく傾斜する、単斜構造を成している。第三系コンチネンタル・ターミナル（陸成層）は、平地を広く覆い、沖積層はニジェール川やイフォラ山地に源を発し丘陵地を横切る渦れ川（テレムシ谷）沿いにある。なお、地域の南西方にあるアンソンゴには、局部的にインフラカンブリア系（変成岩類）が露出し、東西方・北落ちの断層によって上記の第三系と接している。

本地域における帯水層は、上述の各地層にある。先カンブリア界およびインフラカンブリア系は、風化帯および亀裂の発達した部分が帯水層となっている。白亜系および第三系は砂層、沖積層は砂層・砂礫層がそれぞれ帯水層である。

帯水層の透水性は、日本人技術者が掘さくした水井戸の揚水試験に基づく表一三のとおりで、全体として古い地層ほど透水性がわるい傾向を示している。なお、これらの水井戸の口径は、すべて 150mm である。

表一三 マリ東部地域の帯水層と透水系数

Table 3 Permeability of aquifers in the East of Mali.

地 名	地 層 名	井戸の深 度	透水系数
アンソンゴ	インフラカンブリア系（黒雲母片岩・珪岩）	90.7	5.1×10^{-6}
アンソンゴ	第三系（砂礫層）	142.0	2.5×10^{-4}
ガオ**	第四系（砂 層）	29.5	2.2×10^{-2}

* 試掘および電気検層の結果によると、44.5m 以浅は風化帯、以深は固結した密な岩石。

** この井戸はニジェール川から約50m内陸にある。

3 ニジェール、南西アイル地域

本地域は、ニジェール国のはば中央部に位置するアイル山地の南西周縁部およびその西方と南方へ広がる平原（イルハゼル平原）をさす。山地には、海拔 900~1,900m の山々があり、平原の標高は海拔 400m 台である（図一五）。

本地域の地質および地質構造は、概略次のとおりである。表一四の本地域地質層序表にしたがうと、地層は先カンブリア界・古生界・中生界と第四系から成り、第三系が欠如している。

アイル山地には、先カンブリア界が露出し、本地域の基盤となっている。山地の西縁部および南縁部には、古生界が下位層群から上位層群の順に露出し、つづいて中生界が同様の順で、規則正しく西および

図一五 南西アイル地域

Fig. 5 Outline of the Southwest of Air Region, Niger.

表一4 南西アイル地域地質層序

Table 4 Stratigraphic classification in the Southwest of Air Region, Niger.

地 質 時 代		層 群		地 層	
新生代	第 四 紀	ワジ, コリ堆積物 崖錐堆積物 不整合			
中生代	白 亜 紀	テ ガ マ 層 群	テガマ砂岩層		
		イルハゼル層群	{ イルハゼル頁岩層 アサウス砂岩層 不整合		
	ジュラ紀 三 疊 紀	アガデス層群	{ チレズリン砂岩層 テ ロ ア 砂 岩 層 不整合		
古 生 代	二 疊 紀	イゼガンダン亜層群	イゼガンダン層 不整合		
	石 炭 紀	タゴラ亜層群	{ マドウエーラ層 (シルト質砂岩) タ ラ ト 層 (砂岩) 不整合		
			{ チネゾーク層 (シルト質砂岩) ゲズマン層 (砂岩) 不整合		
		テラダ亜層群	{ タ ラ チ 層 (頁岩) ファラゼカット層 (砂岩) 不整合		
先カンブリア代	先カンブリア紀	アイル山地基盤: 片岩, 片麻岩, 花崗岩			

南の方へ向って露出するが、イルハゼル層群の分布はティディギット断崖までである。断崖から西・南にはテガマ層群が分布し、その分布面積は、ニジェール国土の約 $\frac{1}{2}$ を占めている。第四系は、ワジ・崖錐等の堆積物である。また、各層群は、全体として西の方へ向かってごくゆるく傾斜する、単斜構造を成している（図一6 参照）。

水理地理的に重要な地層は、下位からファラゼカット砂岩層、タラト砂岩層、テロア砂岩層、チレズリン砂岩層、テガマ砂岩層である。このほかに、局部的には、ワジ・コリなどの沖積層も、同様に重要

な地層である。

イルハゼル平原内で、地下水開発の対象となっているのはアガデス層群の砂岩層である。その透水係数は、1.8~18m/h である (Joulia, 1965)。

IV 地 下 水

1 セ ネ ガ ル

地下水に関する調査は、セネガル国全土に点在するポンプのない水井戸のなかから、同国が特に社会開発上重要であると考えて選んだいくつかの水井戸について、揚水設備の設置の可能性を検討するもの

図一6 イルハゼル平原推定地質断面 (北緯17°11'30") (Joulia, 1965による)

Fig. 6 Geological cross-section of Irhazer Plain along 17°11'30"N (after Joulia, 1965)

表―5 セネガルの地下水の水質

Table 5 Chemical quality of ground water in Senegal.

井戸番号*	井戸深度	揚水量	固形物総量	フッ素
	m	m ³ /h	mg/l	mg/l
230	142	150	104	<0.1
592	26.7	15	344	<0.1
423	197	20	328	<0.1
538	267	20	978	0.1
345	138	19.5	1,636	4.0
544	80	4.5	358	0.6
279	52.2	38	150	—

* 図―2 参照。(セネガル設備省都市地方水利局, 1980年の資料による。)

であった。この調査を通して、飲料水および水質について気付いた点は、次のとおりである。

(1) セネガルでは、地下水は飲料水として貴重な水源であって、少々の水質不良の水でも生活用水として利用されている。

(2) コンチネンタル・ターミナルが広く分布する中央地域の南西部には、フッ素の含有量の多い地下水がある。表―5は、水質試験値の一部である。

フッ素は、一般にフッ化カルシウムの形で、硫酸バリウム・炭酸カルシウムおよび磷酸カルシウムと共沈し、多くの海成堆積物に含有されるが、特に生物起源の磷酸塩鉱物に多量に含むものがある(山県, 1977)。

中央地域南西部の第三系には、磷灰岩が介在することから、地下水中のフッ素は磷灰岩に由来するものと考えられる。

2 マリ, 東部地域

この地域での地下水調査は、住民・牧畜のために必要な地下水の開発の可能性を確める目的で行われている。調査の内容は、測水調査・電気探査・試掘調査(揚水試験・水質試験を含む)である。

本地域で水道があるのはガオだけであるが、地下水を水源とするこの水道も、住民の必要量を満たすにはほど遠い施設である。

ガオから外は沙漠で、井戸と井戸との間隔は10～

図―7 接合井戸の型

Fig. 7 Types of puits citerne.

30km, 井戸の型は筒井戸(口約径2,000mm)または筒井戸と管井(口径150mm)とを組合わせた接合井戸(Puits citerne)である(図―7参照)。これらの井戸は、主として牧畜用として使用されている。

1970年代の初めに起こった西アフリカの大旱魃のときに、深さ30～50mの筒井戸(自由水面をもつ地下水)はほとんど涸れたが、最後まで水源として維持できたのは、より深い被圧地下水であったといわれ、この経験を通じてマリ国政府が力を入れているのは、管井による被圧地下水の開発で、井戸の深度はおおよそ100～150mである。管井は生産井であって、マリ国では、生産井は試掘井について行った揚水試験で毎時2m³以上の湧水量が維持できると確認された井戸であると定義している。しかし、水の絶対量が少ない当沙漠では、それ以下の水量の井戸であっても、生産井として使用されている。

管井の揚水ポンプは、1950年代には往復ポンプや歯車ポンプで、風車や人・畜の力によって動かした。しかし、沙漠特有の砂嵐や帯水層から水とともに排出される大量の細砂によって、ポンプが損傷を受け、井戸は揚水開始後2～3年で揚水不能になった、といわれている。

接合井戸は、管井内の水を筒井戸に導いて貯蔵し、人・畜の力によって必要に応じて汲上げるとい

表一6 アンソング試掘井の水質

Table 6 Chemical quality of ground water in Ansongo, Mali.

地 層 名	井戸の深度	pH	Cl	SO ₄	HCO ₃	Na	K	Ca	Mg
第 三 系 (砂 礫 層)	142.0 m	7.2	4.4	98.2	28.0	11.2	2.6	33.0	3.8
インフラカンブリア系 (黒雲母片岩・珪岩)	90.7	7.2	19.4	262.0	375.0	62.4	11.5	125.0	46.7

注) 単位は、pH を除き mg/L. 水質試験は地質調査所、永井茂技官による。

う井戸で、本地域ではもっとも経済的な井戸として高く評価されている。

本地域での地下水調査は、住民の多いガオと、その南方 90 km のところにあるアンソングで行われている。ニジェール川に沿う上記二つの町における測水調査によると、約 20 m 以浅の沖積層の地下水は、豊水期には川水によって養われる沿岸貯蔵 (Bank storage) の型と考えられる。そして、地下水位の観測によると (ガオ、1980年3月～9月)、最低水位は雨期前の川の水位が最低となる7月に、最高水位は雨期が明けて川の水位が最高となる12月にあらわれる。

試掘調査の結果は、概略、次のとおりである。

(1) ガオで開発の対象となる帯水層は、沖積基底砂礫層で、ニジェール川沿いのもっとも厚いところで 25 m 程度、内陸へ向かって薄くなり、川から 800 m 離れた地点で 18 m である。試掘 5 井の限界揚水

量は、1.8～7.0 m³/h であった。

(2) アンソングには、深度 90～130 m に砂礫層 (コンチネンタル・ターミナル) から成る未開発の被圧帯水層がある。また、インフラカンブリア系 (黒雲母片岩・珪岩) の裂か水を求めて試掘した結果、表一6に示す溶存成分の多い地下水が約 45 m までに帯水していることが確認された。揚水試験の結果、限界揚水量は前者が、1.9 m³/h、後者が 0.6 m³/h であった。

3 ニジェール、アイル地域

本地域における地下水調査 (地質・測水・物探・試錐一揚水および水質の試験一) の調査手法による) は、ウラン開発に必要な鉱山用水を確保する目的で実施された。

イルハゼル平原において地下水開発を考える場合、アガデス層群 (テロア砂岩層、チレズリン砂岩層) が対象となることは、既述のとおりである。

表一7 南西アイル地域地下水の水質

Table 7 Chemical quality of ground water in the Southwest of Air Region.

井戸 番号	井戸の深度 (ストレナ位置)	採水層名	pH	Cl	SO ₄	HCO ₃	Na	K	Ca	Mg
1	40 m	沖積層—テロア層	7.4	6.4	10.6	160	24.9	2.1	26.5	7.4
2*	(157～212)	テロア層	9.2	64.0	47.3	707	350	4.8	0.8	0.1
3	(178～245)	イゼガンダン層	8.2	1,240	168	987	1,160	7.8	5.1	1.6
4*	—	石炭紀層?	6.3	19,600	520	107	10,400	55.3	900	199

注 1) 水質試験は KK 日さくによる。単位は pH を除き、mg/L.

2) 井戸番号は図一5 参照。

3) * のある井戸は自噴井。

現地調査中に採取した水試料について水質試験を行った結果は、表—7のとおりである。この試験の結果から、地下水は、帯水層が深く（地質時代が古く）なるほど、溶存成分に富む傾向にあることがうかがえる。

なお、調査時のベース・キャンプであったテギダンテズム（図—5参照）は、地名に「塩の町」という意味をもち、断層沿いの湧泉から得られるかん水を利用し、塩田による製塩業が行われている。

V 地下水開発の問題点

沙漠地域における地下水開発にあたって、起こりうる問題点を整理すると、社会上の問題点と水井戸管理上の問題点とに大別できると考えられる。ただし、この問題は、国情や地下水利用の目的などによって異なるので、本文では社会開発——住民の生活用水、牧畜用水に限ることにする。

(1) 社会上の問題点

沙漠地域の住民は、定着民より遊牧民が多いことから、水井戸を新しく作る場合には、住民の意見を十分に聞かなければならない。その理由の一つに、家畜の頭数と牧草地との関係がある。沙漠は牧草が乏しいので遊牧民が家畜をつれて移動する範囲は広い。例えば、マリ東部地域で水井戸が10～30kmの間隔であるのは、このような理由によるという。かような放牧形態をとっているところに、新しく水井戸ができると、水を求めて家畜が集まり、牧草をめぐって容易ならぬ紛争が起こる。

(2) 水井戸の建設に当っては、地域住民の雇用を優先して考慮する必要がある。地域の労働力が得られれば、地域も経済的にうるおうことになる。

(3) 水井戸管理上の問題点

地下水は貴重な水源であるが、溶存成分が多いことは、限られた資料であるが、前出の各地域における水質試験値の表から知ることができる。

ユネスコの資料 (Brown *et al.*, 1972) による

と、乾燥地域における飲料水の基準のうちで、判定「秀」の水は固形物総量が750 mg/l以下、「良」が750～1,500 mg/l、「普通」が1,500～3,000 mg/l、また、家畜用水は羊・牛で7,100～10,000 mg/lである。

したがって、紹介したサヘル地域の地下水は、わが国の厚生省令に基づく水道水の水質基準に照らすと、ほとんど飲料不適の範ちゅうに入るが、上記の乾燥地域における飲料水の基準からみると、飲料に適すると推測される。

一般に、乾燥地域において地下水を飲料水とする場合、水質の処理について、経済・技術の援助国側で議論がなされる。

このことを含めて、沙漠地域では、水井戸建設、揚水設備、管理等の面で、次のような問題点があると考えられる。

① 水井戸建設の場合、帯水層が細かい砂から成り、透水性に乏しいことを考慮して、揚水時に細砂が井戸内に入らないようなストレーナーの使用が必要である。このために、建設費がかさむことは避けられない。

② 水質処理設備、揚水設備に故障が発生した場合、薬品・部品が常備されていることが必要である。しかし、現実には、きびしい沙漠の気候によって機器の故障の発生率が高く、また、部品等の常備は経済的にも困難である。

このような自然的、社会・経済的理由で、筒井戸や接合井を建設し、人・畜の力によって水を汲上げする方法が本文で紹介した3国のほかモーリタニアでも広く行われている。

VI ま と め

サヘル地域、特にセネガル・マリ・ニジェールのごく限られた地方の地下水についての情報を、許される範囲内で提供した。一部の地方では、地下水調査が継続されているので、後日、詳細な報告がある

ことを期待している。

最後に、サヘル地域にかぎらず、沙漠地域には近代機器を持込むことが容易でないことを十分に認識して、地下水の開発・利用が進められることを強調しておきたい。

文 献

東京天文台編纂 (1981): 気象部。『理科年表』, 丸善, 気1～気226。

山県 登 (1977): フッ素。『微量元素』, 産業図書, 193～211。

BRGM (1975): *NOTICES EXPLICATIVE et*

CARTES DE PLANIFICATION, pour l'exploitation des eaux souterraines de L'AFRIQUE SAHELIANNE. 118p.

Brown R.H., A.A. Konoplyantsew, J. Ineson, and V. S. Kovalevsky (1972): An International Guide for Research and Practice, Studies and Reports in Hydrology. *Ground Water Studies*, Unesco, 7, no. 15.5 p 5～6.

Joulia F. (1965): *Hydrogeologie des Regions a l'Ouest et au Sud de l'Air.* 62 p.

Rep. du Sènégal (1977): *Atlas National du Senegal.* 147p.

Saad K. F. (1970): *Etude Hydrogeologique de l'Est du Mali.* UNESCO, 53p.

(受付: 1981年12月15日, 受理: 1982年1月30日)