

1. 砂漠化防止対策モデル事業調査の概要と評価

1-1. 砂漠化防止対策モデル事業調査の背景と目的

1994年（平成6年）に採択され、1996年（平成8年）に発効した砂漠化対処条約においては、砂漠化防止対策の実施にあたって、地域の実情に即した技術を適用することが重要であると指摘されている。

日本国環境省は、砂漠化の進行する地域において貴重な水資源である地下水を有効に開発・利用する技術として、日本でも実用化されつつある「地下ダム」に着目し、この技術の現地適用性をハード・ソフト両面から検証することを目的とする「砂漠化防止対策モデル事業調査」を実施した。

砂漠化が進行している乾燥・半乾燥地域でのこれまでの水資源開発は、地表水及び深層地下水を対象とするものが中心であった。

地表水の開発は、主として「地上ダム」によって行われてきた。しかし、「地上ダム」は広大な水没地域を伴うため、水没地域における自然破壊や住民移転等様々な問題が指摘されている。また、平坦な準平原に造られるダムにおいては、水深に比べて貯水面積が広大となるため、乾燥・半乾燥地域においては貯水の多くが蒸発によって失われてしまう。このため、最も水を必要とする乾季に「貯水ダム」としての機能を有効に発揮できないという問題もある。

一方、深層地下水の開発は、賦存量が限られているため、持続性が問題となる。また、深層地下水の塩分濃度が高い場合には、「塩害」の問題も考慮しなければならない。さらに、その開発は点的なものとなるため、住民や家畜等の集中をもたらし、砂漠化を人為的に促進する危険もある。

このような地表水及び深層地下水の開発の問題点を回避するためには、地下の浅いところに賦存して比較的流れが速い「浅層地下水」の開発可能性を検討する必要がある。浅層地下水の開発手法として、近年、「地下ダム」が着目されている。「地下ダム」とは、地下水を堤体によって堰き止め、貯水して利用する施設である。日本国内においても、河川の発達が悪い離島等において、新たな水資源開発手法として技術開発が進められている。通常の地上ダムと比較して、土地が水没しない、土中に埋没しているため決壊の心配がない等の利点がある。また、乾燥地域においては、蒸発による貯水量の減少が少ない、寄生虫等の繁殖の怖れがない等の利点も予想される。一方、地下の水理地質条件の把握が必要であるため適地選定が難しい、地層中の空隙に貯水するため貯水効率が悪い等の問題点も挙げられる。

本事業では、乾燥・半乾燥地域における水資源開発方法として、浅層地下水を貯水する「地下ダム」に着目し、干ばつの常襲地域である西アフリカにおいて、その現地適用性を検証することとした。

1-2. 事業の実施経緯

本事業は、1995年（平成7年度）から2003年3月（平成14年度）まで実施した。

(1) 事業実施地域（国）の選定；

砂漠化対処条約では、深刻な干ばつ及び砂漠化が特にアフリカにおいて悲惨な結果をもたらしていると指摘している。

本事業では、次の条件を満たしている国として、アフリカのサヘル地域の中からブルキナ・ファソ国を事業対象国に選定した。

- ① 砂漠化の進行が深刻な国であること

- ② 浅層地下水が比較的広い範囲に存在している国であること
- ③ 政治的に安定している国であること

(2) 事業実施箇所選定のための調査 —1995-1996年(平成7・8年度)—;

ブルキナ・ファソ国内の砂漠化進行地域である中部～北部地域35ヶ所を対象に、人工衛星画像・空中写真の判読及び広域踏査を行い、候補地の絞り込みを行った。さらに、電気探査、試験ボーリング、地下水位観測、社会経済調査等を実施し、最終的に事業実施箇所(地下ダム建設箇所)としてナメンテンガ県(Namentenga)ツグリ郡(Tougouri)ナレ村(Nare)を選定した。

(3) 地下ダム等の実証試験施設の建設 —1997-1998年(平成9・10年度)—;

1997年11月～1998年6月の乾季に、ナレ村のコロンゴ川(Kolongo)に地下ダムを建設した。

また、1998年10月以降の乾季に、揚水・給水施設、水門式小規模ダム、地下水観測施設、試験圃場等の実証試験施設を設置した。

(4) 関連実証試験等の実施 —1999-2000年(平成11・12年度)—;

地下ダムの貯水状況を観測するとともに、貯水の有効利用法の実証、地下ダムが自然環境(特に植生)に及ぼす影響の解明等を目的として、以下のような調査・観測を実施した。

- ・ 地下水位観測
- ・ 気象観測(主に降水量)
- ・ 河川流量観測
- ・ 農業実証試験
- ・ 植生調査

(5) 追加観測の実施 —2001-2003年3月(平成13・14年度)—;

当初の事業計画では、本事業の実施予定期間は6年間(1995-2000年)であったが、地下ダムの貯水速度が遅く、貯水効果を明確に実証するためには、さらなる観測が必要になった。このため、2年間事業を延長し、地下水・降水量の観測を継続した。

(6) 事業の終了;

2003年3月(平成14年度末)、実証試験事業として一定の成果を得て、本事業は終了した。なお、実証試験施設については、ブルキナ・ファソ国「環境と持続的開発のための国家評議会常設事務局」(S.P.CONEDD)から、ナレ村住民の生活環境の改善のため、現状のままとしてほしい旨求める要請があった。このため、引き続きナレ村及びブルキナ・ファソ国における砂漠化対処と持続可能な開発に寄与するよう、これに応ずることとした。

1-3. 事業実施体制

この砂漠化防止対策モデル事業調査は、図 1.1 のような体制によって実施した。

1-4. 実証試験施設の概要

砂漠化防止対策モデル事業において建設・設置された実証試験施設は、以下のとおりである。

(1) 地下ダム；

ナレ村クリカレ地区 (Koulikare) のコロongo川 (Kolongo) に、下記の地下ダムを建設した。

- ・ 構造 : アースダム式
- ・ 堤体の長さ : 約 210 m
- ・ 堤体の深度 : 3.0~11.4 m (最大深度)

(2) その他の実証試験施設；

- ・ 太陽光発電揚水施設 : 地下ダム貯水域の 3 基の揚水井 (深さ約 20 m) から揚水、1.76 kwp
- ・ 多目的給水施設 : 生活用水、家畜用水、農業用水を供給する水道施設
- ・ 農業実証圃場 : コンバンベド村 (Kombangbedo)、面積約 0.25 ha、穀類及び野菜の点滴灌漑等による栽培試験用
- ・ 水門式小規模ダム : 地下水涵養等のため地下ダムの約 1.2 km 上流の幹線道路橋を利用して建設、全長約 33 m、最大貯水高 1.2 m、水門数 23

(3) 地下水観測施設；

- ・ 自記地下水位観測施設 : 5 箇所 (自記水位計は老朽化のため 2001 年に撤去)
- ・ 地下水観測井 : ボーリング孔 3 孔、大口径井戸 2 基
- ・ 揚水井兼用観測井 : ボーリング孔 2 孔、大口径井戸 4 基
- ・ ピエゾメーター (水頭観測井) : 4 箇所、計 16 孔

(4) 気象 (雨量) 観測施設；

- ・ ナレ村クリカレ地区気象観測施設 : 雨量、蒸発量、気温・湿度等の観測。
- ・ コロongo川流域の雨量観測施設 : 3 箇所
ナレ村コソンコーレ地区 (Kossonkore)
ワノビアン村 (Ouanobian)
ニョカ村 (Noka)

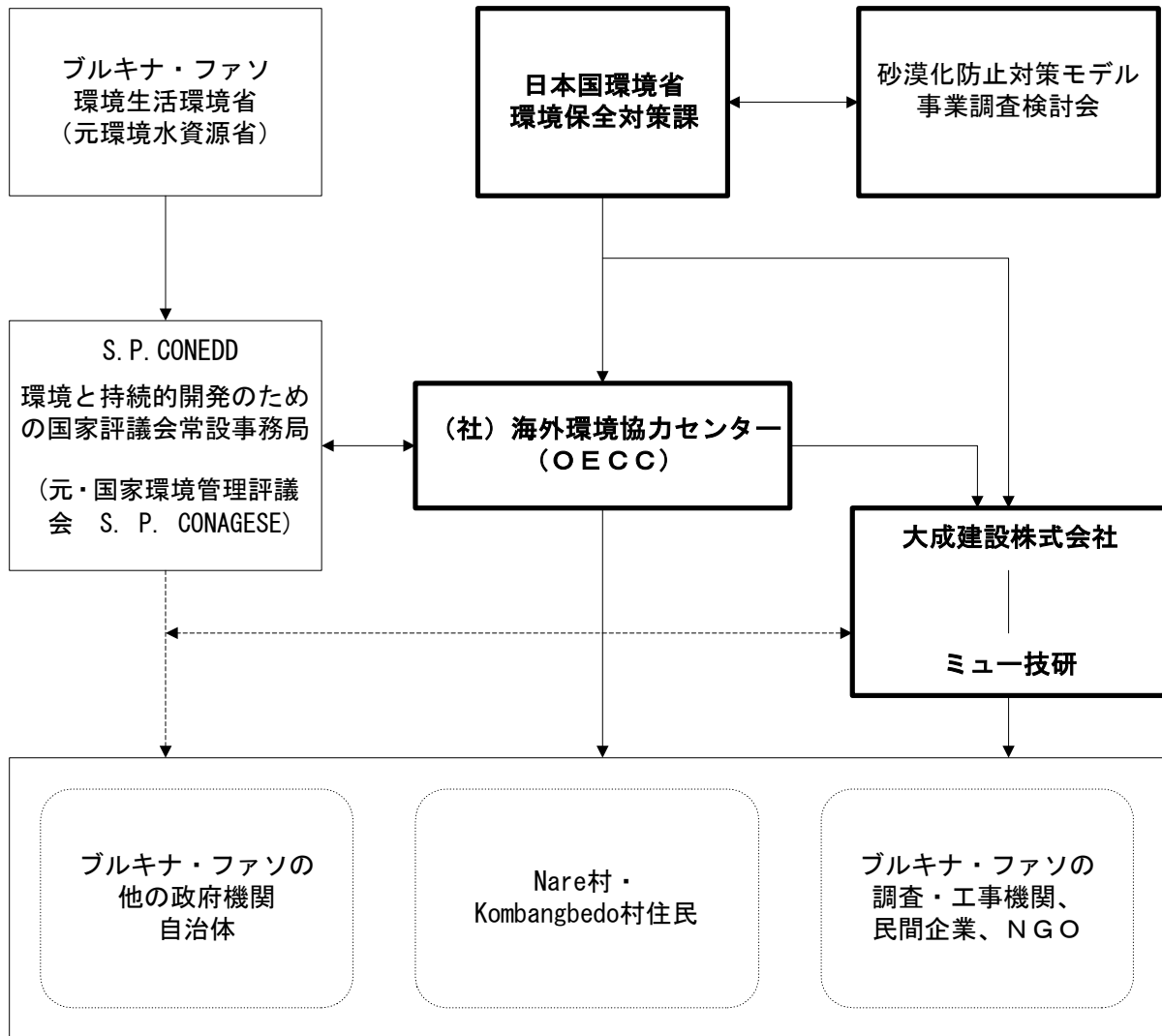


図 1.1 : 事業実施体制図

1-5. 結果の評価と今後の方向

(1) 貯水状況；

本事業で建設した地下ダムは、「化石谷堆積物」とその下位の基盤岩強風化部を貯水層とする。単純化した貯水域のモデル計算によれば、地下ダムが満水状態となった時の貯水域の範囲、地下水位、貯水量は、次のように見込まれる。

- ・ 貯水域の幅： 約 150 m（最も狭い幅に想定した場合）
- ・ 貯水域の長さ（上流側への貯水到達距離）： 約 13.4 km
- ・ 満水時地下水位： -3.0 m
- ・ 満水時貯水量： 約 1,800,000 m³（貯水層の有効間隙率を 20%と想定した場合）

2002 年末までの貯水水位（地下水位）は、最も低下する乾季末期で -7.0 m、最も高くなる雨季末期で -4.2 m であり、まだ満水状態には達していない。貯水域は地下ダムの上流約 5～6 km に到達していると推定され、2002 年末時点での貯水量は、約 400,000 m³ と推定される。

地下ダム貯水域での水収支解析結果によると、平年並みの降水量があれば、地下水は毎年雨季に約 1,100,000 m³ 涵養されると推定される。しかし一方で、年間約 1,000,000 m³ の漏水が発生し、貯水増加量は年 100,000 m³ と推定される。

このペースで貯水が進めば、最大貯水量約 1,800,000 m³ の地下ダムが満水状態になるのは 2005 年雨季であり、翌乾季末には漏水により 800,000 m³ まで減少することになる。以降、雨季には 1,800,000 m³ の満水状態、翌乾季には 800,000 m³ まで減少のサイクルを繰り返すものと思われる。

漏水の原因は、堤体の遮水性にあるのではなく、基盤岩への浸透のためである。すなわち、漏水した地下水は、付近の基盤岩中に貯水されているものと推測される。

なお、地下ダム貯水域からは、太陽光発電を利用した 3 基の揚水・給水施設により、日平均約 7.4 m³、年間約 2,700 m³ の水が村民に給水されている。

以上のように、予想外の漏水現象が生じたため予定よりも貯水速度は遅いものの、漸次、水は貯まっており、地下ダムにより乾季にも供給可能な水資源を開発できることが判明した。基盤岩への漏水（浸透）を避けるためには、地下ダムの建設位置の決定に当たり、より詳細な水理地質調査が必要であったと思われる。

(2) 費用；

地下ダム建設及び揚水・給水施設設置に要した直接経費（日本人技術者の人件費を除く。）は以下の通りである。

地下ダム建設工事	108,595 千円
揚水・給水施設設置工事	24,900 千円（一部推定）

なお、地下ダム建設工事の管理の部分は全面的に日本からの技術者に依存しているが、その人件費は上記の費用の中に含まれていない。

(3) 維持管理体制；

水資源の維持管理には、現地住民及び現地政府のオーナーシップが不可欠である。現地では、水の使用料を徴収して、軽度の施設修理工等の維持管理を行うことのできる体制は作られている。しかしながら、施設の継続的な活用のためには、より長期的な維持管理体制の構築が必要であると思われる。

(4) 自然環境への影響；

地下ダム建設箇所を大きな河川への合流点近くにしたこと等により、地下ダム建設後 5 年

経った 2002 年末までの時点で、植生等の自然環境への顕著な影響は生じていない。

(5) 他地域への応用；

本モデル事業は、地下ダム技術を乾燥地域・半乾燥地域における水資源開発に適用した実証調査として、世界的にも貴重な事例と思われる。化石谷が存在する地域等において、砂漠化対処のため、今後、本モデル事業で得られた知見を活用し、地下ダムによる浅層地下水の開発を検討する意義はあるものと思われる。