

Ngoma-22ダムの集水域

Location: Remera sector and Rurenge sector, Ngoma district

CA=8.81km² ⇒ **わずか3km四方の集水域で、水が溜まるのか？**



※ Placement of rainfall station was decided considering topographical condition.

水文観測施設を作った！

流量観測施設

越流堰と静水井による
水位観測、流量換算
(ダム軸地点：流量)

水位自動計測ロガーセット



雨量観測施設

ダム上流の集水域内に
自動雨量計を設置(雨量)

転倒柵式自動計測雨量計



雨季の雨が、
ダム予定地に、
どれ位の流量
で、いつまで
出てくるの？



リアルタイムで精密測定！

Beyond Human Eyes!

- 圧カローガー は、毎15分ごとに水圧データを自動で記録する。
- 水圧データは、PCで水位に換算される。(米国ホボ社のプログラム)
- 全体測定誤差は、通常は、測定開始から1か月後でも 3 mm以下の高精度。(大気圧も測定し、気圧変動補正している。)

精度を維持するための
独自の工夫・改善



ロガーのワイヤー懸架



参照水位の実測

管理の徹底
週2回は現地
確認・メンテ

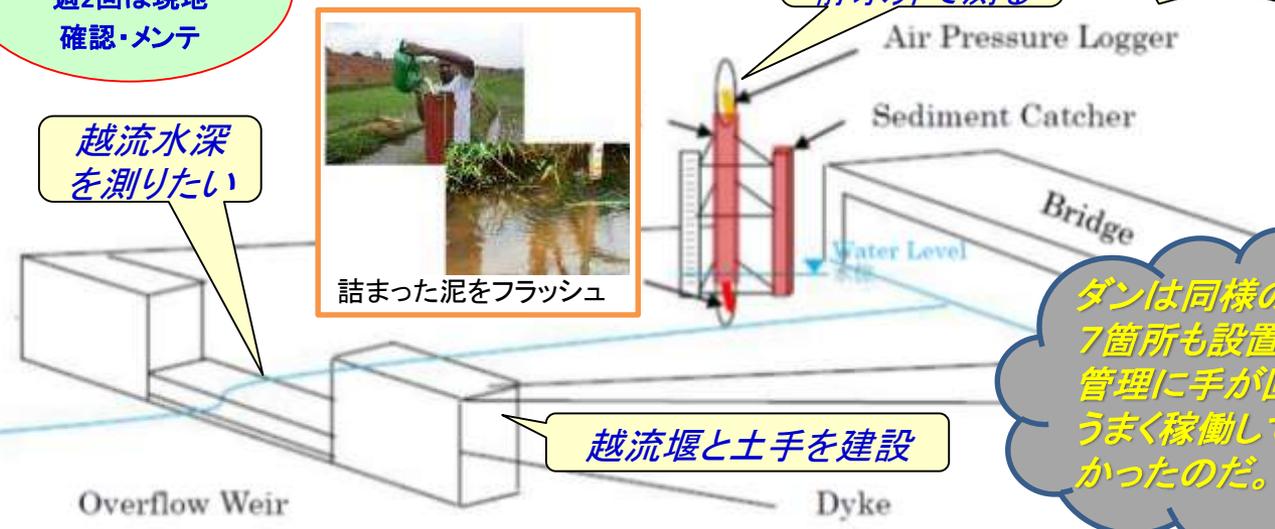
越流水深
を測りたい

観測施設のイメージ



詰まった泥をフラッシュ

実際の水位は
静水井で測る



越流堰と土手を建設

基本設計は全て
ダムの施設から
学びました！

ダムは同様の施設を
7箇所も設置したが、
管理に手が回らず、
うまく稼働していな
かったのだ。。。

※ 測定した水位データを、越流堰公式で流量に換算している。(Q=C*B*H³/2)

ただし、C: 越流堰係数 は、文献値*を電磁式流量計による実測値で補正

*Source : HAND BOOK OF HYDRAULICS Horace Williams King and others, Boston Massachusetts

雨と川の流量の関係

【流出解析の基本】

雨が降ると、

①地表を流れ、すぐ川に流れ込む水

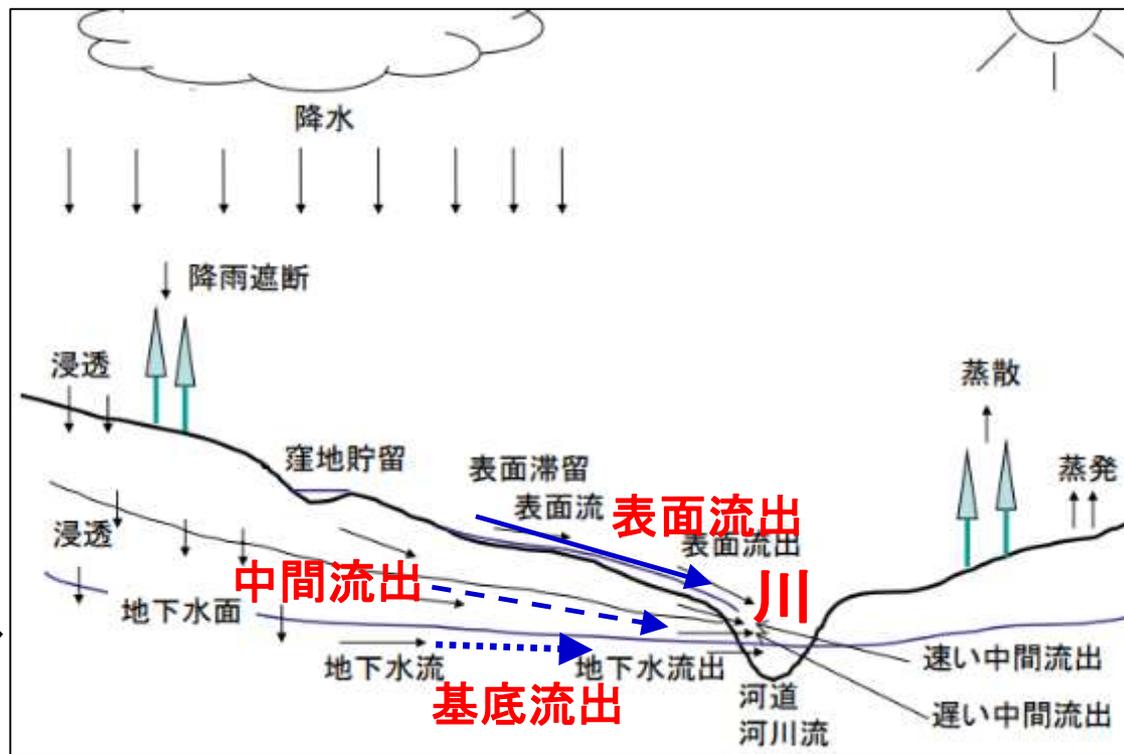
(**表面流出**)、

②浅い地中に浸み込みながら、少し時間を掛けて川に出る水(**中間流出**)、

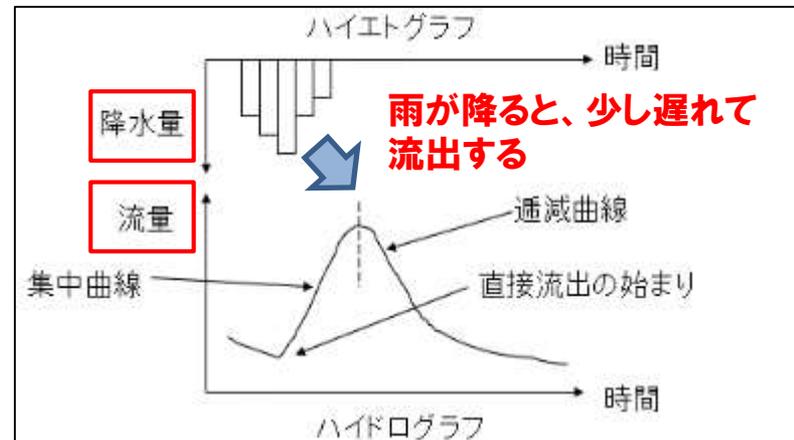
③地下水面まで浸透して、長期間を掛けて(年間を通じて安定して)川に

出る水 (**基底流出**)

に区分して考える。



(出典)山口大学「河川工学」講義(上図、下図とも)



洪水などの短期流出では直接流出が解析対象
ダム貯水など利水では総流出や基底流出が解析の対象

※ **表面流出の速さ**は、概ね人が歩く速さ以上、
ただし、地表の傾斜と被覆により異なる。
中間流出が続く時間は、降雨の継続・重なりと、
流域(集水域)の大きさ等にもよる。

Ngoma-22の観測データ

川の水位
(越流水深)

➤ 単発の雨による流出の事例

(2012年3月16-17日)

最高水位: **0.167m** (at PM14:45),

流量換算 $Q=0.143\text{m}^3/\text{sec}$

(基底流量: 0.037m , $Q=0.015\text{m}^3/\text{sec}$)

①3月16日11:45に
約40mmの強い雨

3/16の降雨

降雨量

40.4mm

②雨の3時間後には、川の水位
が急上昇(39mm→167mm)

③上がった水位が、翌日まで
約24時間かけて徐々に低下

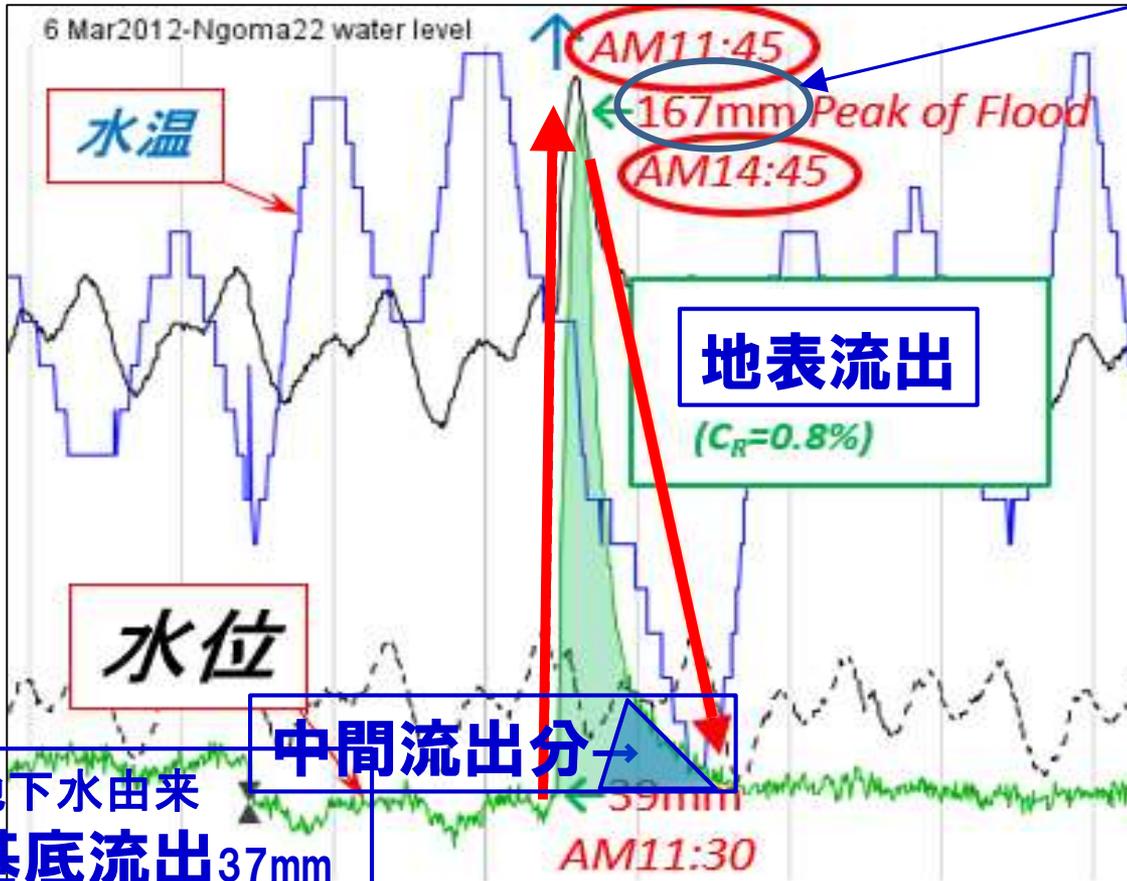
→分かったこと

○地表流出は、降雨の
3時間後にはピークに。

○単発の雨の場合、
中間流出はごくわずか、
約1日でなくなってしまう。

では、雨が続く
雨季では???

水位
(越流水深)
mm

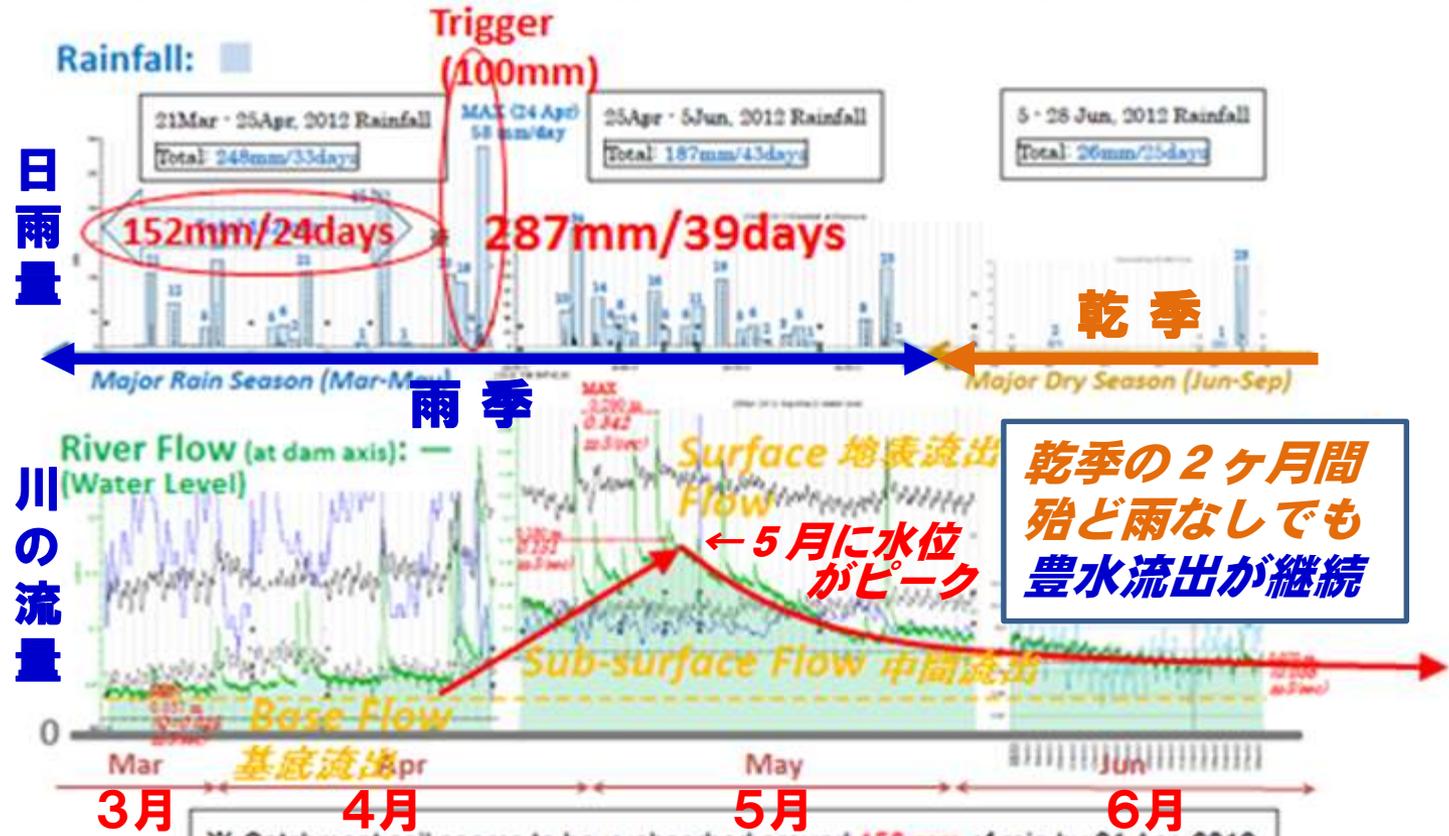


日

● 流出特性を確認、Ngoma-22計画に反映

➤ 3月から4月の降雨が土壌の飽和*をもたらしている。
 そして、大量の中間流出が3ヶ月にわたり継続している。

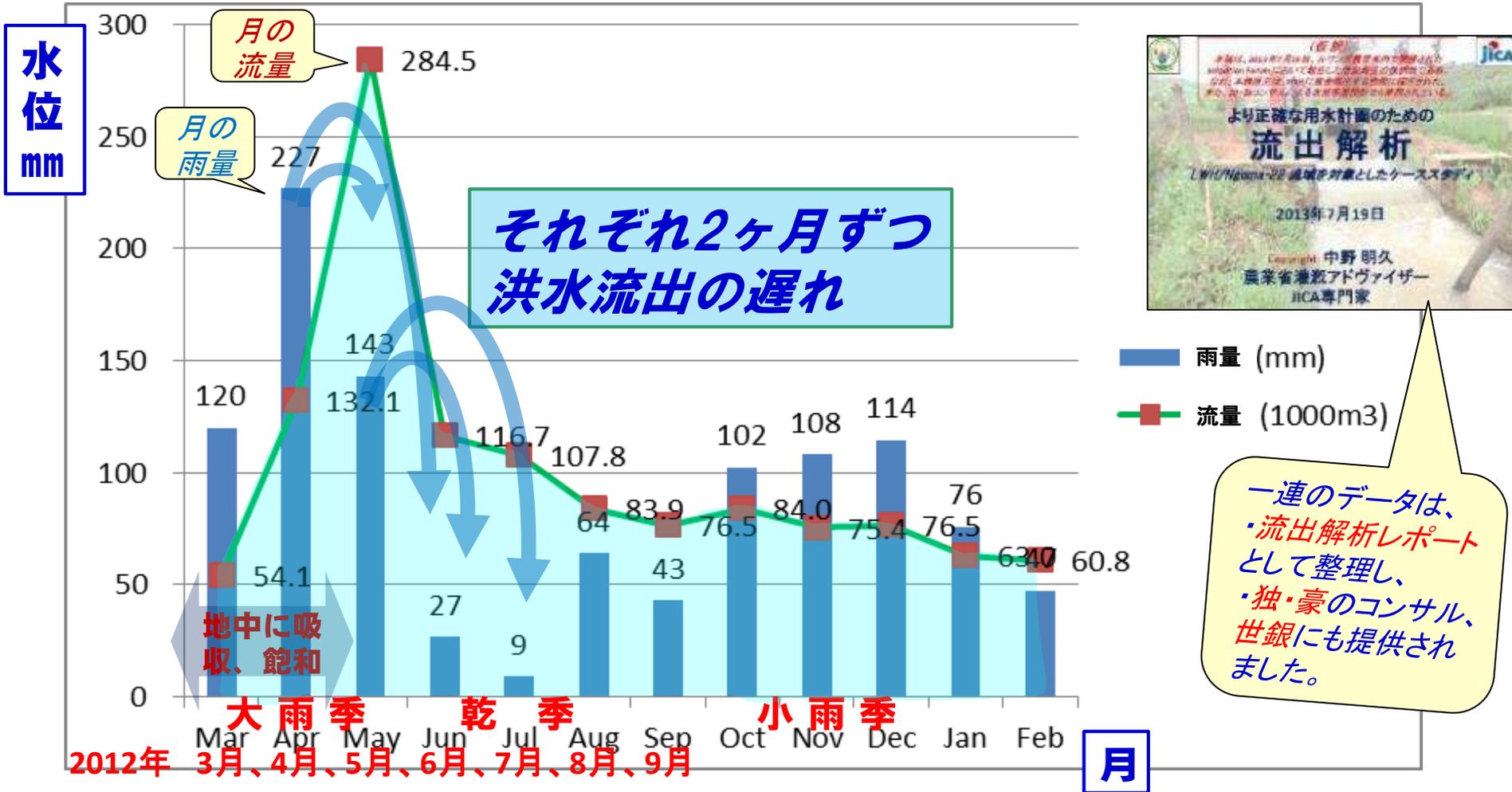
Runoff Data of Ngoma-22 in Major Rain Season and Major Dry Season, 2012



【説明】
 右のグラフは、
 15分ごとの
 連続データを、
 3月から6月
 まで圧縮して
 表現している。

- ダムに貯めるのに十分な流出量であることが判明。
- 乾季にも2ヶ月遅れで流出することが判明(ダムの役割を補う効果)

【補足説明】 Ngoma-22 大雨季の流出遅れ(月別データ)



一連のデータは、
 ・流出解析レポートとして整理し、
 ・独・豪のコンサル、世銀にも提供されました。

- ✓ 月降雨量は4月が最大であるが、流量は4月よりも5月の方が大きい。
- ✓ 洪水流出は、降雨がほとんどない6月～7月も続いている。

これらの事象は、大雨季の集中的な降雨が「流出遅れ」をもたらすことを示している。

なかよし

ルワンダでのプライベート②

●交流！



ルワンダ人だけのホーム
パーティに招かれました！



ダンスは大事な
友だちに



その一方で...

水田基盤の問題(1)

水が漏れる田...

(Ngoma-22 basin, at 22nd May, 2012...end of Rain Season)



畦畔は雑草とその土の付いた根で作られている。



畦畔からの漏水(1)



畦畔からの漏水(2)

水田基盤の問題 (2)

水が取れない堰...

テキトーな取水



畔切による単純な取水

テキトーな堰上げ取水



堰上げによる取水

不効率、不安定な取水で、大事な水をムダにしているよね！

大雨の後はすぐ壊れる



じゃんじゃん水漏れ

不安定な取水 (1)



不安定な取水 (2)

国や県市など行政が
実施（民間に発注）

ここで、事業の流れ

日本国内の
土地改良事業

これ、
大事！

コンサル
タント

コンサル
タント

建設会社
（ゼネコン）

土地改良
区など

海外では
農家組合
など

地区調査

事業計画（全体実施記

事業着工

施設ごと

測量・設計

建設工事

事業完了

施設管理

海外では
F/S調査
など

●海外でも、調査計画→測量設計→工事
の流れは、ほぼ同じ！

調査・計画

実施手続

設計積算・工事発注

竣工

運営

Ngoma-22 F/S計画の特徴

専門家とコンサルのコラボ!

【私の提案】

- ✓ 雨量・流量の実測値に基づいて利水計画を策定すること
- ✓ 川の水収支にも着目し、定量的に評価したこと
- ✓ 水田灌漑の改善により、新たな水資源を創出すること
 - 畦の横漏れの解消、効率的な安定取水により、取水量を減少
 - 不公平な灌水条件の解消、水稻の収量増にも寄与
 - これにより、水利組合による水利費の徴収、運営・管理にも寄与→ 水田取水量の減で、丘陵地灌漑の先取りの余裕に!

ルワンダ初!

【コンサルの提案】

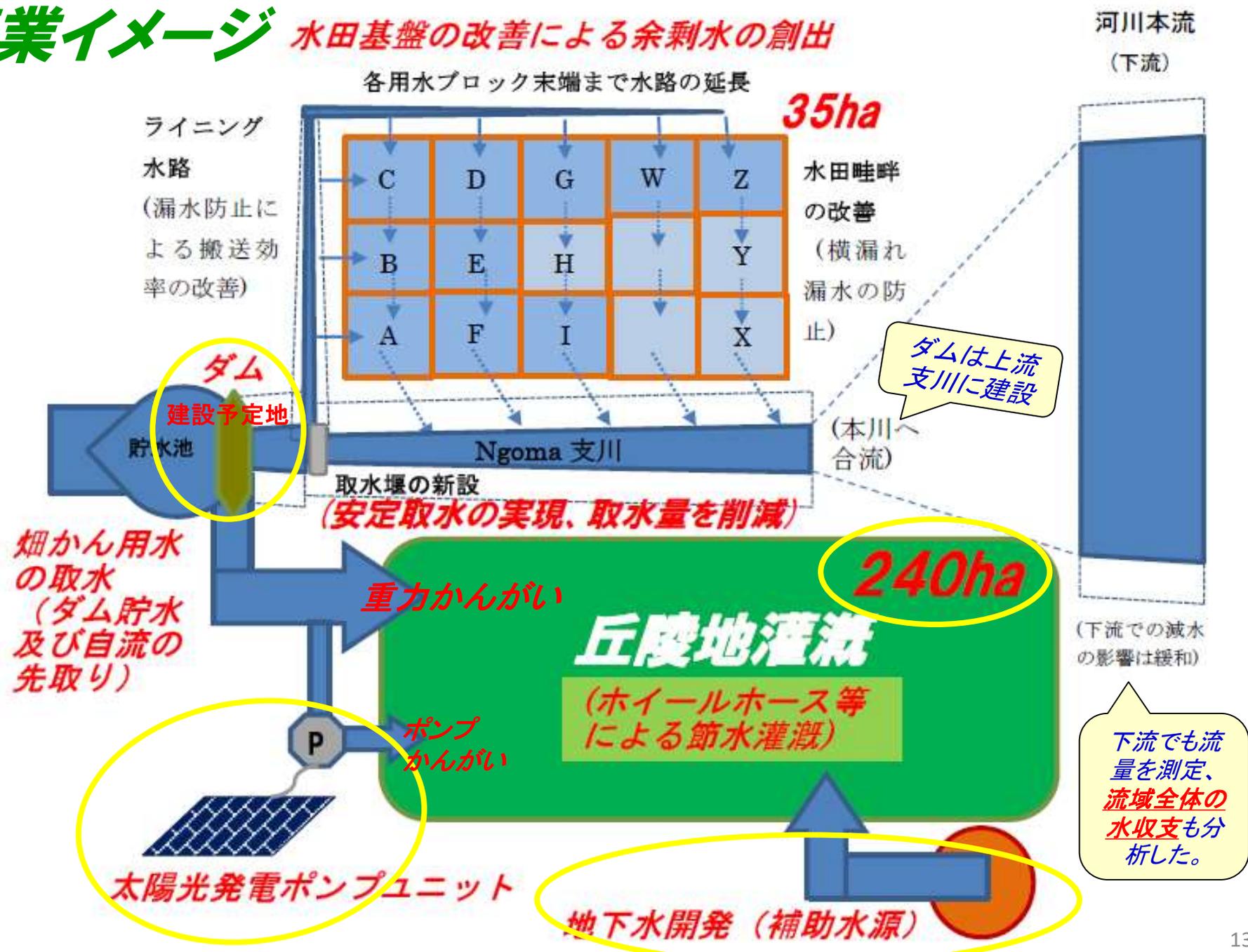
- ✓ 農家が実践可能な節水灌漑(ホース灌漑)の提案
 - ※ 新規の灌漑のため、農家指導は必須
- ✓ ルワンダでも可能な地下水利用施設の提案(補助水源)
- ✓ 新技術の導入(信頼性のある太陽光発電ポンプ)

日本のコンサル
ですから

ハイテク好き
ル政府の要望

事業イメージ

水田基盤の改善による余剰水の創出



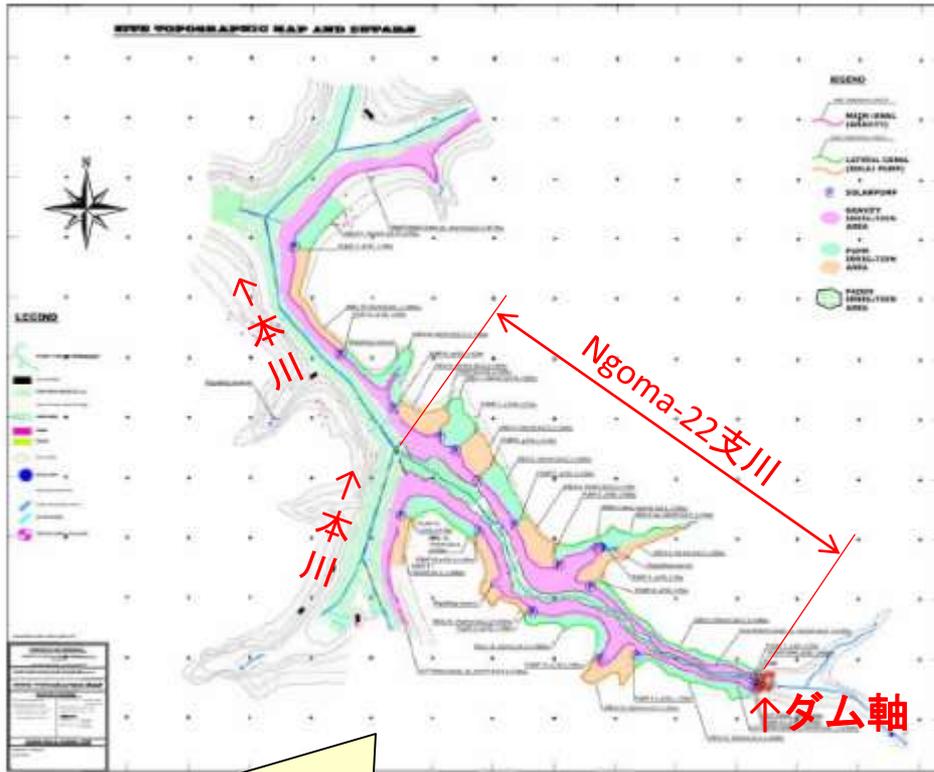
Ngoma-22 (F/S計画) の概要

- 受益面積 : **275ha** (畑地 : 240ha, 水田 : 35ha)
- 主要作物 : コメ、メイズ、豆類、野菜類(ニンジン, トマト, キャベツ, ツリートマト), コーヒー
- 水源施設:
 - ダム 1基(堤高: 13.55m, 総貯水量: 700,000m³*)
 - 地下水活用施設 3基 (補助水源)
- 幹線水路等: **29.8km**, 2次水路(パイプライン): **36km**
- 総建設費: **7 百万 USD ***

* (注) 継続観測から水資源量の余裕が判明 → 96万m³のダムに。
整備水準も見直し、15.5億円の無償資金協力事業に発展!

概念図と図面 (F/S時点)

受益地

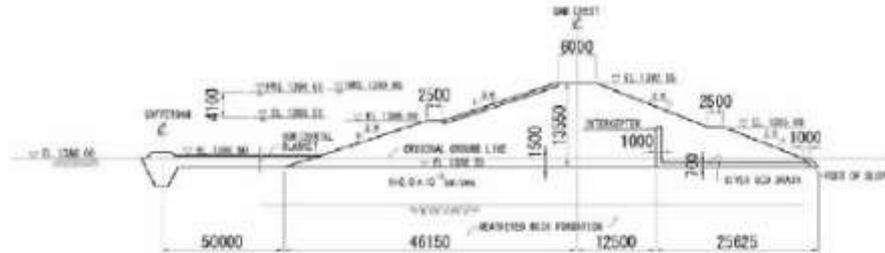


Ngoma-22ダム地点の支川から、下流の本川まで、川沿いの丘陵地を灌漑する計画

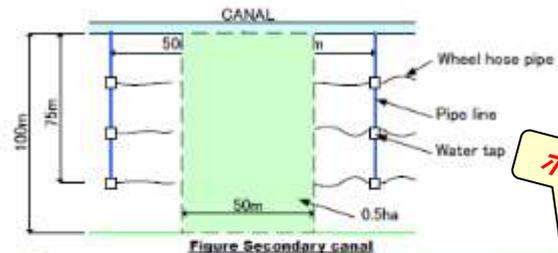
施工管理は日本のコンサル、工事は地元企業
⇒建設技術も移転できるように

ダム概要

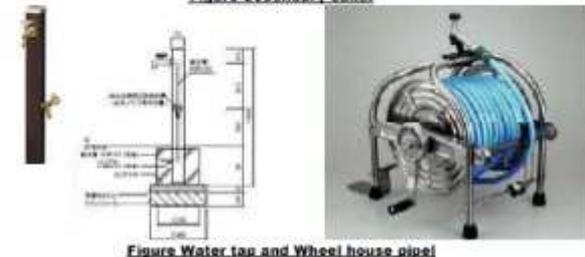
均一型アースダム
(ブランケット工で止水)



節水灌漑施設



ホイールホース



● Ngoma-22計画技術の波及効果

様々な条件でも
計画できるように

丘陵地開発のための政策オプション

- 洪水流出が小さい場合(=小規模ダム)
→ 流域の水収支を評価、自流の活用
- 水田流域を含む場合
→ 水田基盤の改良により水資源を創出
- 河川流量がわずか又はほとんどない場合
→ 軽易な地下水利用施設の調査開発
- 重力灌漑による受益地が狭小な場合
→ 太陽光発電ポンプの組み合わせ

(水文データの実測・灌漑実証でフィージビリティ向上)

気分転換！

ルワンダでのプライベート③

●スポーツ

テニス

毎週、挑戦！



サッカー一日韓戦



★灌漑アドバイザー活動③

Ngoma-22灌漑営農実証調査

～きちんと成果を得るために～

実測アプローチ

- ンゴマ-22F/S計画では、①雨量、河川流量の実測に基づく解析を行ってきた。
- しかし、②作物に必要な灌水量は、FAO(国連食糧農業機構)のプログラムCROPWAT(Etc法)による計算値を、計画値(設計灌水量)として採用している。
このため、実際の圃場灌水量(作物の必要水量)は実測されていない。

⇒ 圃場灌水量の調査を行う必要があるのでは？



実証アプローチ

- もし、圃場で測定した灌水量が計画値(計算値)に収まったとしても、土壌の水分消費特性を把握しなければ、計画値に汎用性があるとはいえない。

⇒ 土壌水分特性の調査を行う必要があるのでは？

たまたま一致
しただけかも

灌漑営農実証調査の構成

(1) 手灌漑による灌水量の調査



- 手灌漑による灌水量の実測値との比較により、計画値(用水量)の妥当性を実証(ジョーロ灌漑！)

(2) 植物のための土壌水分の消費特性調査

- pF値と土壌水分量を測定し、土壌の保水能力を分析することで、設計灌漑強度(水量及び頻度)を評価。(TRAM、SMEPを実測)

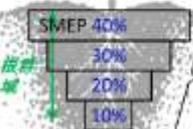
やったことがないので、教科書とにらめっこ...

STUDY OF SOIL MOISTURE

○ 土壌水分の計算

(1) SMEP とショックレイの仮説

- W. B. ショックレイ¹⁰⁾は、もし土壌がほぼ均一ならば、土壌水分減少量(%SMEP)による4土層の水分消費の構成割合は、それぞれ40、30、20及び10%になると仮定した。
- しかし、当地の土壌は著しく高い透水性を示すことから、SMEPは仮定値でなく、実測する必要があると考える。



4つの**有効土層**は根群域に整合している、SMEPの合計は100%となる。

10) W.B. Shockley, Soil Sci. Soc. Am. 1910, 25: 89-95.