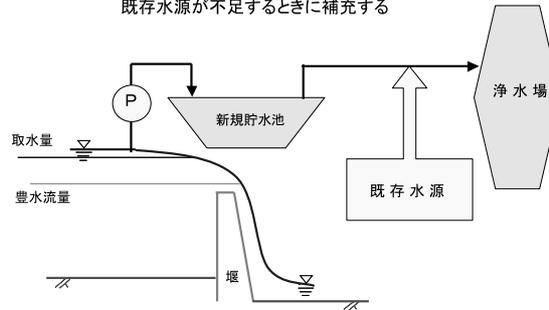


(資料 16)

河道外貯留の検討

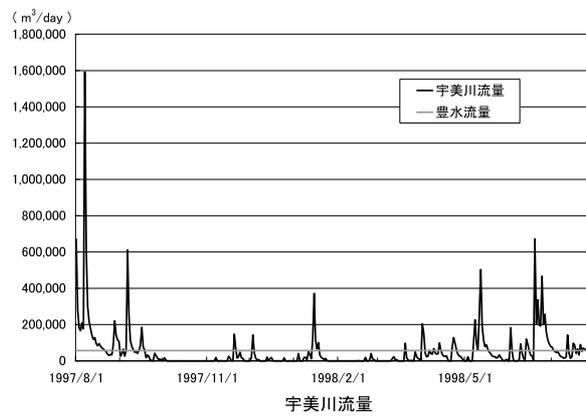
考え方: 豊水流量を超える洪水の20%を新規貯水池に貯水し、
既存水源が不足するときに補充する



河道外貯留概念図

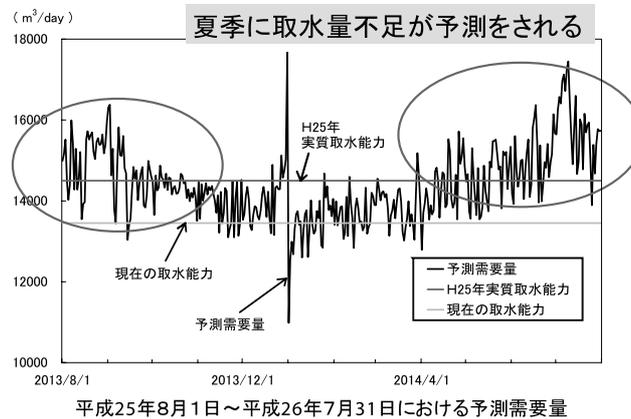
(資料 17)

毎日一定量を導水する場合



(資料 18)

将来(平成25年): 平水年の場合



(資料19)

需要量の日変動を考慮した場合の平成25年における導水の不足日数

河川流量が豊水流量 0.767 (m³/sec)以上の
時に洪水の20%を取水

維持管理・建設コスト下流への影響用地等

a) 平成25年実質取水能力が14,500 (m³/day)になれば

		貯水容量(m ³)			
		15,000	20,000	25,000	30,000
ポンプ能 (m ³ /day)	1,000	77	77	77	77
	2,000	11	9	5	0
	3,000	6	4	0	0
	4,000	4	2	0	0

b) 取水能力 現在の13,450 (m³/day)のままであれば

		貯水容量(m ³)			
		40,000	50,000	60,000	70,000
ポンプ能 (m ³ /day)	5,000	70	53	35	31
	10,000	37	22	1	0
	15,000	21	6	0	0
	20,000	21	6	0	0

この辺りが妥当

(資料20)

結果

- ▶自己水源開発は難しいと思われる自治体においても、河道外貯留を利用することによって新規水源確保の可能性はある。
- ▶流入量のほとんどを下流に放流せざるを得ない新鹿田貯水池・旧鹿田貯水池と異なり、洪水を利用した河道外貯留は制限が存在しないため、より柔軟性のある水運用が可能。
- ▶用地買収費、ポンプ等の施設費、運転費などのコスト面との兼ね合いを考慮して、適切な施設規模を検討する必要がある。
- ▶実際に河道外貯留を計画・実施していくためには、水利権に伴う河川協議といった壁をクリアしなくてはならず、その為にはさらに精密な流量測定、町の取水能力の評価、および水需要予測を行わなくてはならない。

(資料21)

地球の水の循環時間

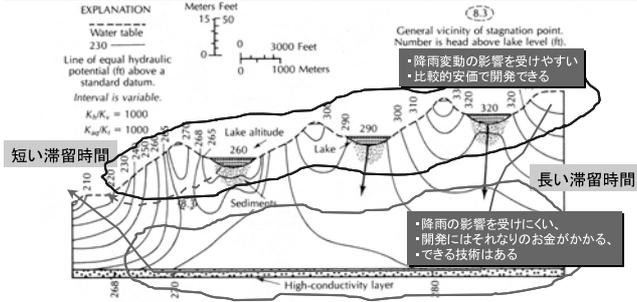
表・1 液体換算した地球上の水⁸⁾
(<http://www.iitap.iastate.edu/gccourse/hydro/aspects/reservoir.html>)

貯留場所	体積(10 ⁶ km ³)	%	滞留時間
海洋	1350	97.3	10 ³ ~ 10 ⁴ 年間
氷河	29	2.1	10 ¹ ~ 10 ³ 年間
帯水層	8	0.6	2週間 ~ 10 ⁴ 年間
湖沼	0.1	0.01	10年間
土壌水	0.1	0.01	52日間
大気	0.013	0.001	10日間
河川	0.002	0.0002	2週間
生体内	0.001	0.0001	6日間

数ヶ月～数十年の
時間差の活用

(資料22)

- ・最近では、かなりの精度で、3次元的な広域の地下水流動計算や滞留時間の推定が可能になった。
- ・降水パターンの変化に応じた河川への長期流出/地下水の賦存量応答予測解析も可能。
- 一 長い滞留時間という特性を生かした「地下水の保全と合理的利用」は、「温暖化の水資源への影響を現実的な課題」として考えるならば、それを目的とした検討を具体的にやってみてはどうか？



▲ FIGURE 7.36 Hydrogeologic cross section through a three-lake system with a complex aquifer. Local and regional ground-water flow systems are present. Source: T. C. Winter, U.S. Geological Survey Professional Paper 1001, 1976.

(W. C. Fetter ; Groundwater Hydrology より引用)

(資料23)

地下水の特徴と調査解析課題

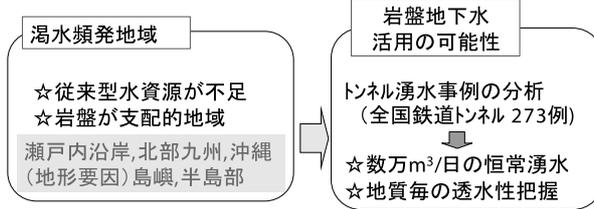
地下水を保全し、利用することのメリットと必要となる調査解析		
項目	地下水に関する多様な特徴	地下水利用に関わる影響の調査・対応
水温	夏は冷たく、冬は暖かく感じる。工業などの製品管理に有利。地中熱源として、冷暖房に利用できる。	熱交換器後の熱媒体を地下に循環させると、周辺地下水の水温が上昇するかどうかの検討を行う。地下水流動と熱の移流拡散解析により、周辺温度への影響や熱交換効率を知ることができる。
水質	汚染が少なく、水処理コストが安価。帯水層の地盤によっては、ミネラル分が溶解しておいしく感じられる（地質特性によっては自然由来、経済活動などが原因となることが多い）。	ミネラルウォーターへの関心が高まり、水源地帯での開発が多くなっているのが懸念される。地下水の飲用については水質のチェックを個人の責任で行わなければならない。対象地域の地下水質の定期監視と特性把握。汚染が確認された場合の物質の拡散状況を解析。また、必要とあれば汚染対策を講じる。利用可能量や取水の影響についての解析が必要。
取水施設	「地下水は誰のものか？」は明確に定義されていないので、土地の所有者が自由に取水できる状態にある。オンサイト水供給ビジネスについては、水道事業と競合する例が見られるようになった。大規模な取水は規制の対象となる（私水論と公水論の議論有り）。	私水・公水を問わず、規模が大きくなれば、周辺地下水の異常低下、地盤沈下塩水化などの調査解析を実施すること。公的機関での環境監視が必要。
身近な環境	湧水は若者男女が集まる地域の「オアシス」。子供達に地下水のことを教える。これにより、河川水や地下水を大切にすることを養う。	町の教育委員会と行政担当者が対応。地下水の流動や水質調査を実施。NPOや町内会で行い取り組む。
災害時	構造物が主として地中にあるので、災害に強い（耐震強度を考慮して作る）。井戸が汚染されても回復が容易（容れやすい）。小学校区など単位で設置する。	揚水試験・水質試験などを実施。必要とあれば簡易浄水器などを設置検討。

(資料24)

地下水資源保全のための技術例		
方法	効果	課題
透水性舗装	雨水の浸透による地下水涵養。空隙容積を増やせば一定の流出抑制。道路路盤からの浸透には注意。	初期フラッシュ分を除去した水を浸透させる工夫が必要。表面水の水質の監視。
雨水貯留・浸透設備	建物屋根あるいは地表面の雨水を集水。地下に空隙の大きな貯留及び浸透施設を設置。	表面の水質のチェック。設置地盤の透水性を評価すること。目詰まり対策を十分に行う。目詰まり後の透水性で浸透量を評価する方が無難。
豊水河川水の地下貯留および涵養	河川の豊水時に地下空間へ河川水を貯留。河川の基底流量あるいは地下に浸透させて地下水を涵養。	取水時には十分な除濁と水質管理。浸透させる場合は地盤の透水性を評価。
高度再生水の河川への放流と伏流水取水	下流に直接取水施設がある場合には十分な塩素が必要。伏流水として集めるのが期待できる場合は河川管理者と協議。放流時点で高度処理をすのか、取水後の水処理時点で高度処理をすのかを十分に調査・計画。	塩素による過剰な塩素を期待。伏流水の定義の明確化。既に下水処理水の放流口から取水している水道事業の事例を調査。
高度再生水の地下水涵養	一定の量は確保可能。放流時が取水後に高度処理する場合は十分に調査・計画。	地層のろ過機能を評価する。
岩盤取水	山地の亀裂性岩盤に地下水取水施設を建設し取水する。	岩盤のクラックの透水性が10 ⁻⁶ cm ² sec ⁻¹ で実施可能。
低負荷型地下水取水（澗州井戸方式）	取水範囲を広くとり、広い面積で取水する。基盤が深い地下水の取水を行う。	集中して取水すれば地盤沈下や塩水化の進行が懸念される場合に検討する。
地下ダム	沖積層などでいくつもの実施例があるように、地下水の流れを遮断して、ダムアップする。	下流側での地下水位の低下に注意。
淡水レンズ形成による地下水塩水化防止	沖積層沖積帯での実施例のように、基盤まで淡水層を設置しない。淡水のダムアップ効果により塩水化を防止しつつ取水する。	取水に伴う塩水の混入に注意。澗州井戸のような分布型取水方式が適切。
浸透海水の脱塩プラント	島嶼などにおいて水源が枯渇する場合、淡水境界面近傍の鹹水を浸透ろ過して取水し、脱塩プラントによる淡水化。	自然エネルギーを利用する技術との連携。完全に浸透海水を使う場合にはコスト高。鹹水の場合には塩分濃度の変化に対する脱塩処理の柔軟対応が必要。脱塩機の調質設備が不要になることを期待。

(資料25)

企業における地下水開発技術検討例



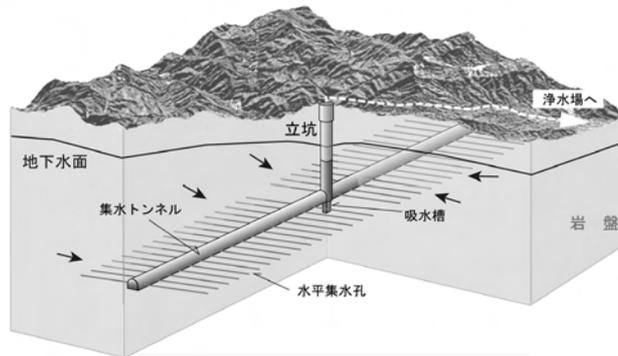
花崗岩盤に相当

項目	花崗岩盤に相当			深成岩・火成岩			多層性構造			多層性構造+深成岩		
	比流量 (m³/10m³)	平均水深 (cm)	透水係数 (cm/sec)									
国産	15.17	125	1.6×10 ⁻⁹	32.17	300	1.1×10 ⁻⁹	0.024	100	1.0×10 ⁻⁹	0.023	300	1.6×10 ⁻⁹
海外	3.25	240	1.3×10 ⁻⁹	33.74	600	6.3×10 ⁻⁹	2.39	150	5.2×10 ⁻⁹	1.87	300	1.1×10 ⁻⁹
平均	2.20	116	1.2×10 ⁻⁹	1.03	180	1.2×10 ⁻⁹	1.17	100	2.3×10 ⁻⁹	0.40	100	6.1×10 ⁻⁹
国産	1.40	120	1.00	1.20	100	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
海外	0.023	18	2.8×10 ⁻¹⁰	0.068	15	2.2×10 ⁻¹⁰	0.023	10	2.2×10 ⁻¹⁰	0.011	30	1.1×10 ⁻¹⁰
平均	0.47	40	2.6×10 ⁻¹⁰	0.01	30	1.9×10 ⁻¹⁰	0.60	15	1.6×10 ⁻¹⁰	0.07	30	1.6×10 ⁻¹⁰
平均	0.20	18	1.7×10 ⁻¹⁰	0.22	54	8.6×10 ⁻¹⁰	0.47	70	6.8×10 ⁻¹⁰	0.24	30	3.5×10 ⁻¹⁰

※新幹線のトンネル湧水→自治体の有効な水源となっている場合もある。

(資料26)

岩盤地下水資源の取水システム



岩盤取水システム概念図

(資料27)

岩盤取水システムおよび超長尺孔型
新岩盤取水システムの採用に適した地形地質的条件

項目	適用条件
開発に適した 水需給状況	<ul style="list-style-type: none"> 河川水や浅層地下水資源に恵まれない地域 (瀬戸内沿岸, 北部九州, 沖縄県, 島嶼, 半島など) 異常気象等による湧水への対応水源の必要な地域 (湧水頻発地域など)
対象となる地質	<ul style="list-style-type: none"> 全体として10⁻⁶cm/s以上の透水性を有する岩盤 (火山岩, 深成岩および石灰岩など) 火山岩: グリーンタフ地域および第四紀の火山岩分布域など 深成岩: 西南日本領家帯花崗岩類など 石灰岩: 秋吉・平尾台石灰岩, 琉球石灰岩など
対象となる地形 地質的要因	<ul style="list-style-type: none"> 連続性のよい断層・節理・破碎帯の密集地域 概ね400~500m×200m以上の集水孔設置範囲を計画しうる比較的広大な水収支域をもつ地域

(資料 28)

調査・設計技術の研究開発

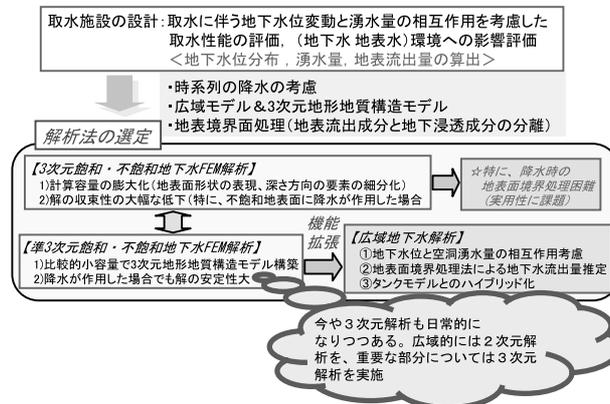
技術課題と必要な技術構成

岩盤取水システムと超長尺孔型
新岩盤取水システムの実現に必要な技術

項目	技術課題または要求仕様	研究開発状況
計画技術	水道事業者の要望(取水量、利用形態等)、現地の地形地質状況に応じた構造形式の計画	実サイトで適用済み
調査技術		
・計画初期段階	広域(水収支域)の地形地質・割れ目系状況、地下水状況、水収支状況に基づく候補地抽出	・調査手法の構築 ・統合型地形解析システム
・基本設計段階	透水性把握、帯水層能力の把握	既存技術で構成・実サイトで適用
設計解析技術	実降水を考慮のうえ、広域の地表水、地下水を解析 ・湧水量と地下水位分布を高精度に算出 ・地表水、地表浸出点への影響を高精度に算出	・GAを用いたタンクモデルの開発 ・地表水、空洞湧水を評価可能な広域地下水解析を開発
施工技術	大湧水条件下での確実・安全で低コストな施工法	実サイトで検討済み
モニタリング技術	地表水地下水環境、取水システム運転状況のモニタリング	実サイトで検討済み

(資料 29)

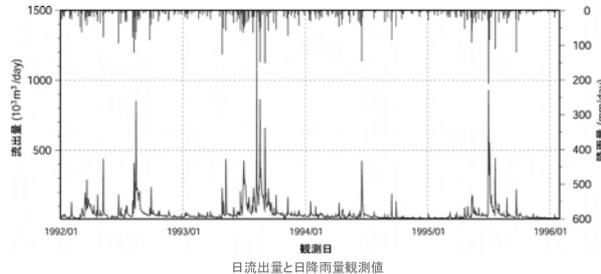
広域地下水解析



(資料 30)

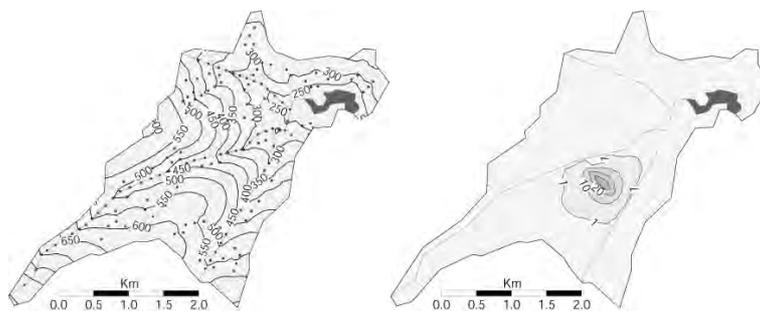
広域地下水解析: 適用例

<p>対象: Mダム水収支域 (11.4 km²) 地形: 南～北に傾斜(EL+1,000～200) 地質: 花崗岩(風化部20m+新鮮部) 観測期間: 1992年1月から4年1ヶ月</p>	<p>解析: ハイブリッド型広域地下水解析 ①現況解析: CASE-1 ②空洞設置時のモデル解析: CASE-2</p>
---	--



※ 解析精度の検証・建設後の予測・運転の管理など→モデル計算で実施可能

(資料31)



(a) case-1: 等地下水位線(単位 EL+m)と地表浸出点(*)

(b) 空洞設置による地下水位低下量の分布

多雨時期(1993.8.8)における地下水位分布の算出結果

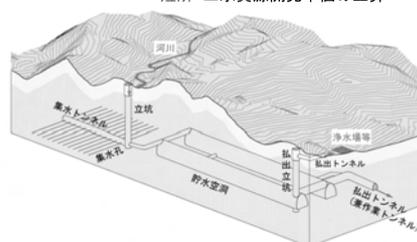
(資料32)

大規模岩盤空洞を用いた他の水資源開発方式

<背景>
 ◆ダム立地地点の減少
 (適地環境保護)
 ◆大規模空洞の低コスト化

【概念】
 ◆水資源の大規模空洞への貯水・運用
 (岩盤地下水, 河川水, 岩盤地下水+河川水)

長所 ○岩盤地下水開発適地の拡大・安定性向上
 短所 △水資源開発単価の上昇



岩盤取水・貯水システムの概念構造