

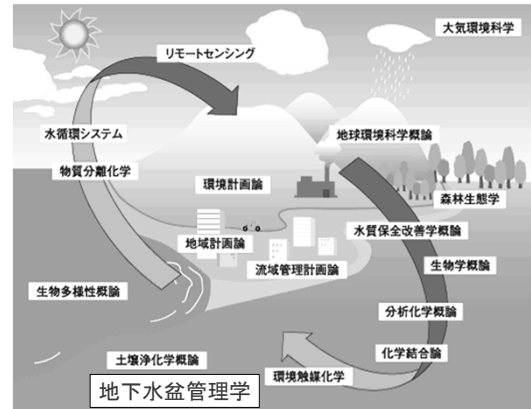
2023年度(R05年度)

地下水盆管理学

福島大学 共生システム理工学類
生命・環境分野 地球環境コース
柴崎 直明

1

地下水盆管理学の位置づけ



2

地下水盆管理学とは...

- ① 地下水資源を地下水盆という単位でとらえる学問
- ② 地下水の過剰揚水で発生した地盤沈下をはじめとするさまざまな地下水障害に対処してきた実践により生まれた学問

3

地下水盆管理の方法...

- ① 直接目にすることが難しい地下水の流動を把握する
- ② 地下水盆を単位としてその水収支を解析する
- ③ 許容揚水量を設定して地下水盆を管理する

4

地下水盆管理学の基礎...

- ① 水文地質学
Hydrogeology
- ② 地下水学
Groundwater Hydrology

5

授業計画(1)

- (1) 帯水層と地下水盆
- (2) 地下水の存在形態
- (3) 地下水の流動
- (4) 地下水盆の水収支
- (5) 地下水の水質

6

授業計画(2)

- (6) 地下水利用
- (7) 帯水層からの揚水
- (8) 地下水障害(地盤沈下)
- (9) 地下水障害(塩水侵入)
- (10) 地下水盆管理の基本

7

授業計画(3)

- (11) 地下水の計測と評価(揚水試験)
- (12) 地下水の計測と評価(水位・水質)
- (13) 地下水シミュレーション(基礎)
- (14) 地下水シミュレーション(実践)
- (15) 地下水盆の評価と管理(国内・海外)
- (16) 正規試験

8

講義資料について

毎回、授業の前日までに、講義資料(PDFファイル)を柴崎研究室HPIにアップします。

<http://www.sss.fukushima-u.ac.jp/~nshiba/>

9

単位認定基準(1)

地下水の基本的性格や、地下水の存在を規定する帯水層および地下水盆について理解できる。

10

単位認定基準(2)

地下水利用と地下水障害発生の経緯を踏まえ、地下水資源の開発と保全に必要な地下水盆管理の基本的事項を理解できる。

11

単位認定基準(3)

地下水盆の管理と評価に必要なモニタリングおよびモデリング技術の基礎を理解できる。

12

成績評価の方法

正規試験(50%)、適宜行なう小試験(20%)、受講態度(30%)により評価する。

13

成績評価の基準

S: 単位認定基準を満たし、かつ全ての項目で優秀な学修成果をあげた(90~100点)

A: 単位認定基準を満たし、かつ多くの項目で優秀な学修成果をあげた(80~89点)

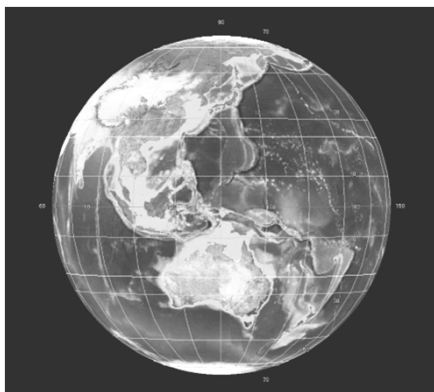
B: 単位認定基準を満たし、かついくつかの項目で優秀な学修成果をあげた(70~79点)

C: 単位認定基準を満たす最低限の学修成果をあげた(60~69点)

F: 単位認定基準の学修成果をあげられなかった(~59点)

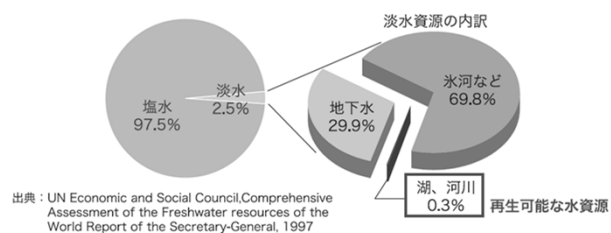
14

地球規模での地下水の位置づけ



15

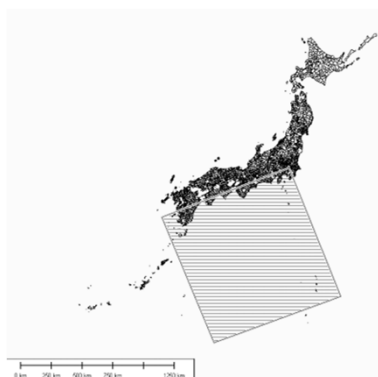
限られた水資源(地球上の水)



人間が直接利用できる水は、地球上の水のわずか約0.01%です

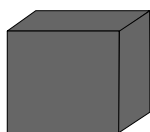
(日本水フォーラムHP, 2009より)

地球上の水の量



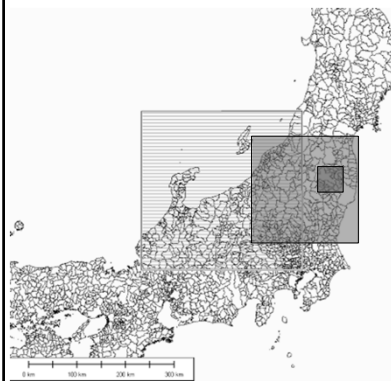
約14億km³

1辺の長さが
1118.7kmの
立方体

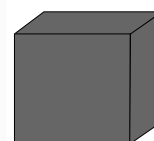


17

淡水と地下水, 地表水の量



地下水: 1辺
が219.9km
の立方体
地表水: 1辺
が51.9kmの
立方体



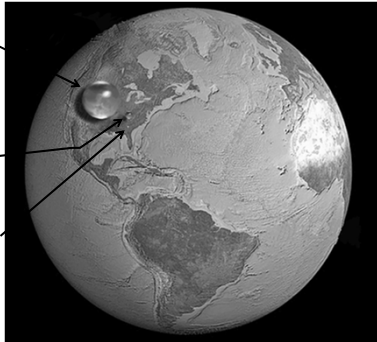
18

地球上の水の量(米国子供向け資料)

すべての水

液体の淡水
(≡地下水)

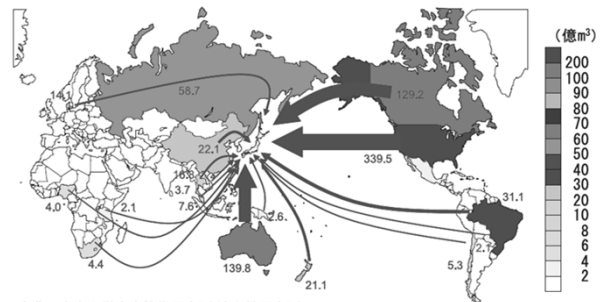
湖や河川の
淡水



(The USGS Water Science School, 2016)

日本のヴァーチャル・ウォーター

2005年仮想水総輸入量(従来+新品目)



出典：東京大学生産技術研究所 沖大幹研究所

(日本水フォーラムHP, 2009より)

地下水はどこにあるのでしょうか？



井戸の中に見える地下水



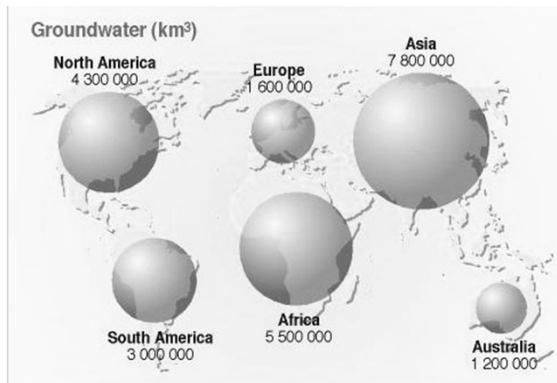
砂漠に地下水はあるでしょうか？



サハラ砂漠の古い井戸



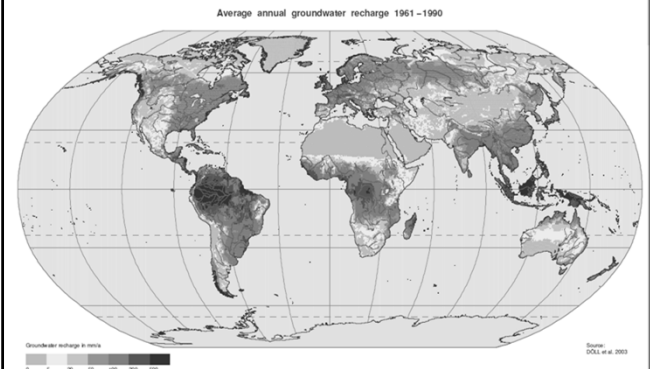
世界の地下水資源



(国連環境計画 (UNEP) 資料より)

25

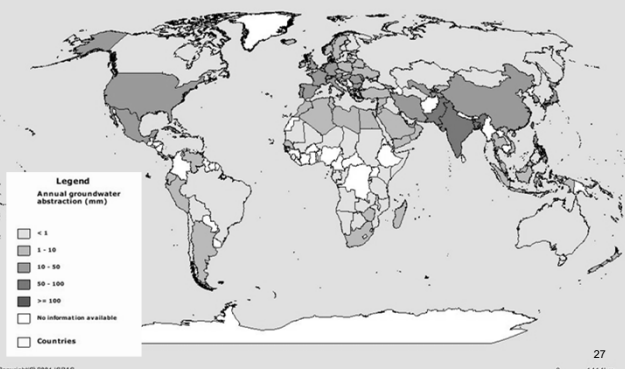
世界の平均年間地下水涵養量 (mm)



26

世界の国別年間地下水揚水量 (mm)

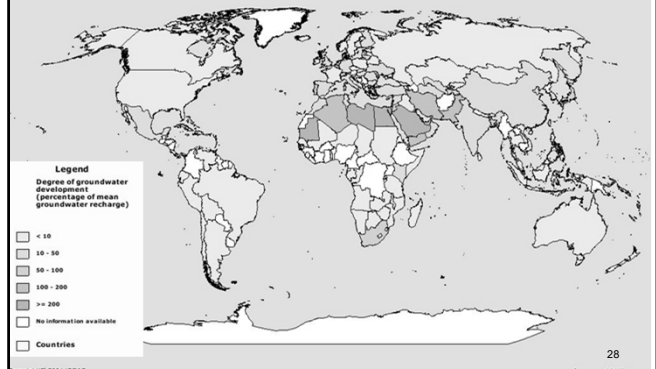
Annual groundwater abstraction



27

世界の国別地下水開発度 (%)

Degree of groundwater development



28

というわけで、この授業では...

国際的視野に立ち、
専門用語を、
日本語だけでなく、
英語でも理解する。

29

SDGs (持続可能な開発目標)

2015年9月の国連サミットで全会一致で採択。「誰一人取り残さない」持続可能で多様性と包摂性のある社会の実現のため、2030年を年限とする17の国際目標(その下に、169のターゲット、232の指標が決まっている)。特徴は、以下の5つ。



30

SDGsの目標6

すべての人々の水と衛生の利用可能性と持続可能な管理を確保する。

Goal 6. Ensure availability and sustainable management of water and sanitation for all



31

目標6:すべての人々の水と衛生の利用可能性と持続可能な管理を確保する

- 6.1 2030年までに、すべての人々の、安全で安価な飲料水の普遍的かつ平等なアクセスを達成する。
- 6.3 2030年までに、汚染の減少、投棄廃絶と有害な化学物質や物質の放出の最小化、未処理の排水の割合半減及び再生利用と安全な再利用の世界的規模での大幅な増加させることにより、水質を改善する。
- 6.4 2030年までに、全セクターにおいて水の利用効率を大幅に改善し、淡水の持続可能な採取及び供給を確保し水不足に対処するとともに、水不足に悩む人々の数を大幅に減少させる。

32

目標6:すべての人々の水と衛生の利用可能性と持続可能な管理を確保する

- 6.5 2030年までに、国境を越えた適切な協力を含み、あらゆるレベルでの統合水資源管理を実施する。
- 6.6 2020年までに、山地、森林、湿地、河川、帯水層、湖沼などの水に関連する生態系の保護・回復を行う。
- 6.a 2030年までに、集水、海水淡水化、水の効率的利用、排水処理、リサイクル・再利用技術など、開発途上国における水と衛生分野での活動や計画を対象とした国際協力と能力構築支援を拡大する。
- 6.b 水と衛生に関わる分野の管理向上への地域コミュニティの参加を支援・強化する。

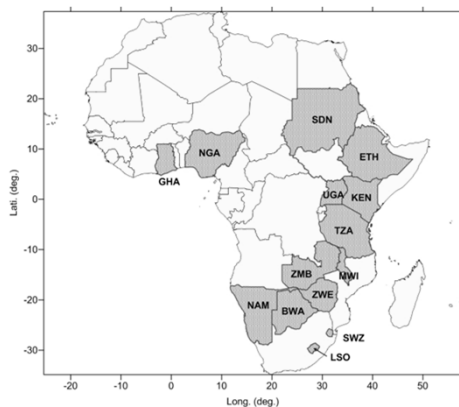
33

エチオピアでの地下水モデル訓練

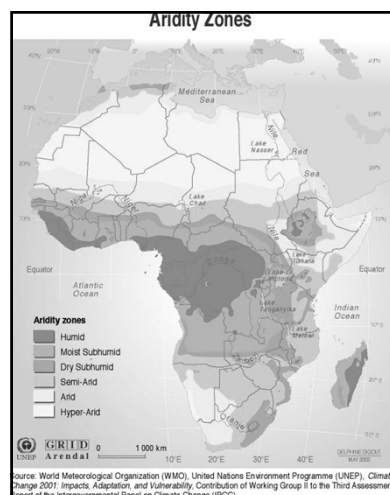


34

2012年度地下水モデル訓練の参加国



35

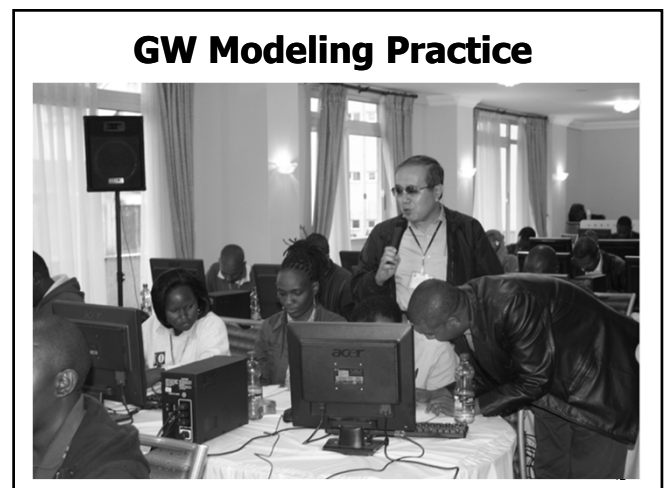
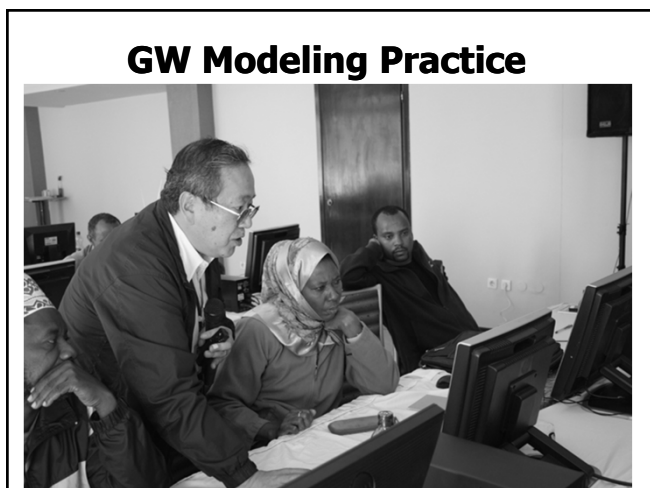
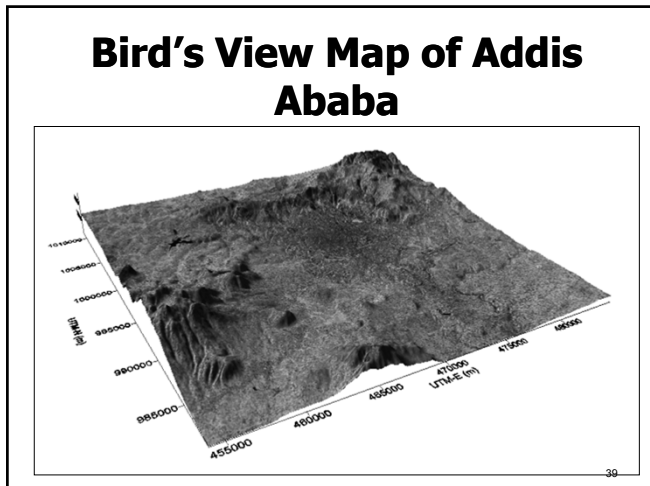
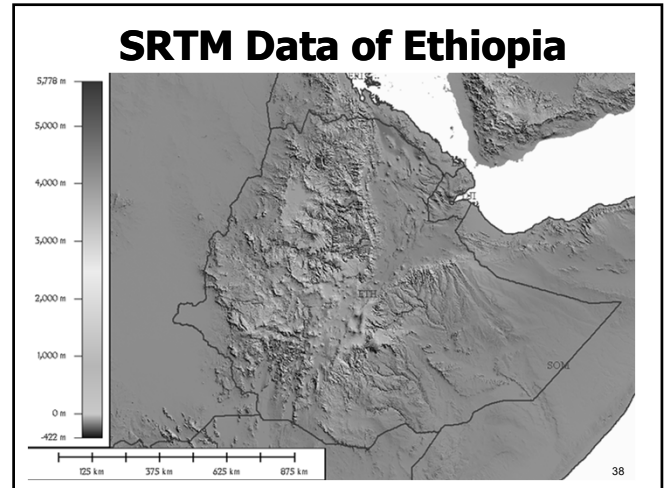
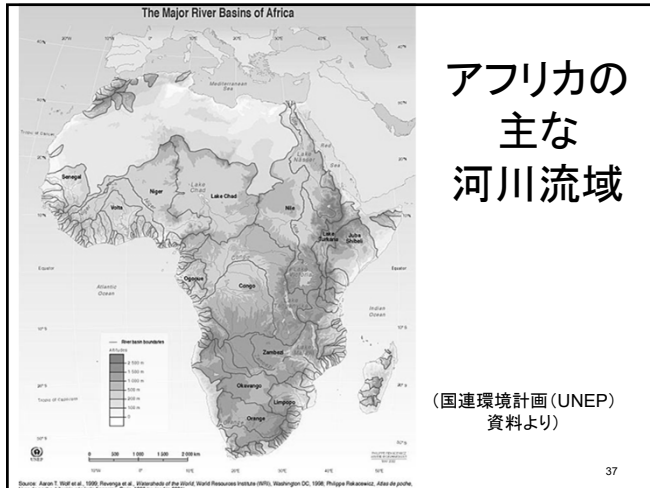


アフリカの 水問題

乾燥地帯の 分布

(国連環境計画(UNEP)
資料より)

36



AKAKI Well Field Excursion



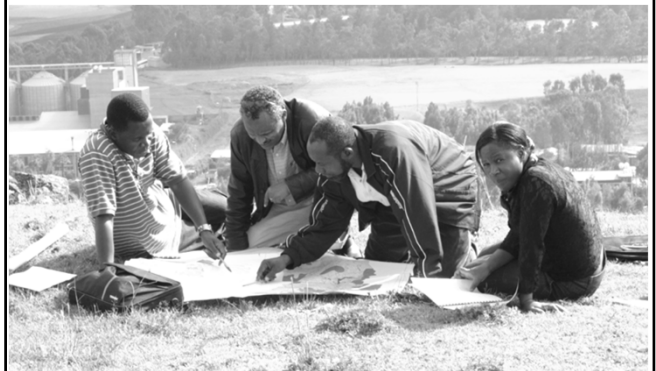
AKAKI Well Field Excursion



Visited Pump Station

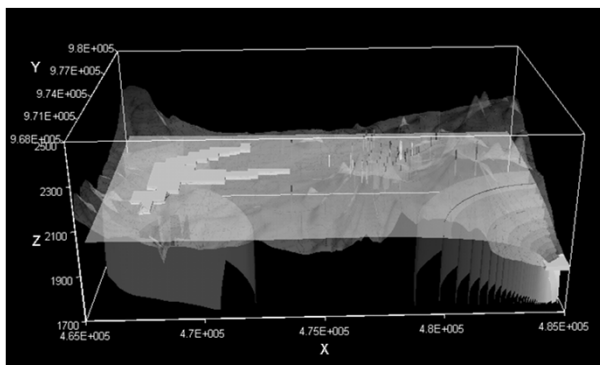


Group Discussion



46

AKAKI Well Field 3-D Model



47

地下水 (Groundwater) とは？

広義： 地下に存在するすべての水のこと

狭義： 地下水面より下位にある水のこと。

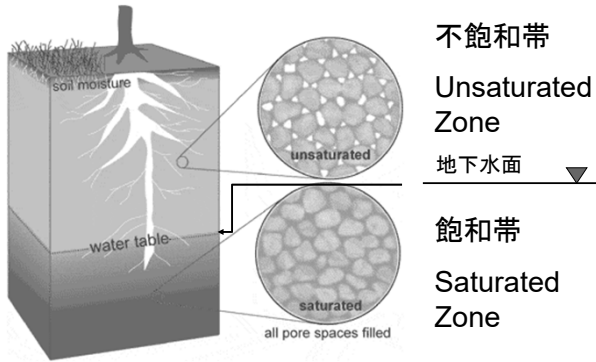
ただし、マグマ水 (地殻の内部で生成された水) は含まない。

地下水面より上位の部分： 不飽和帯

地下水面より下位の部分： 飽和帯

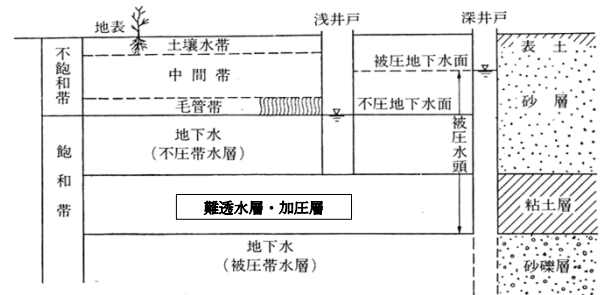
48

飽和帯と不飽和帯



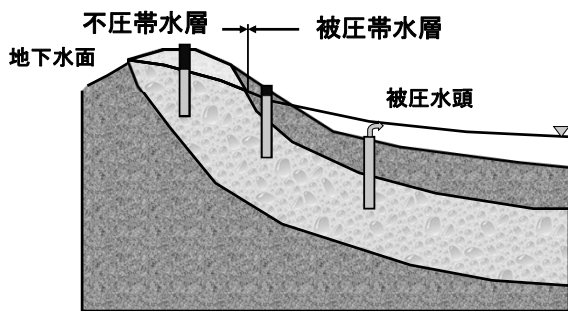
不飽和帯
Unsaturated Zone
地下水面
飽和帯
Saturated Zone

地下水の垂直分布



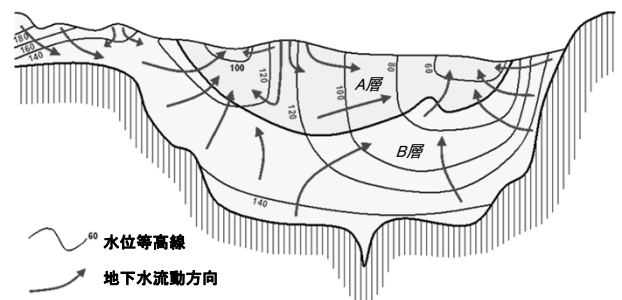
50

被圧帯水層と不圧帯水層 Confined and Unconfined Aquifers



51

地下水の容れ物: 地下水盆



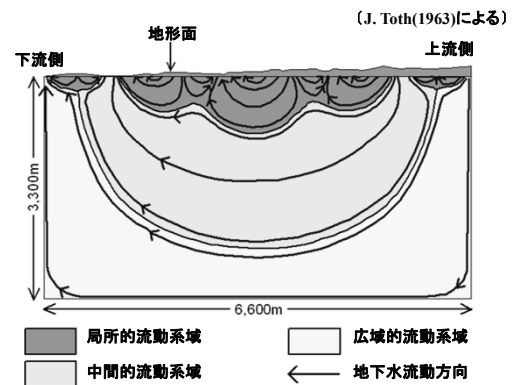
52

地層の区分と命名

構造の大きさ	名称	特徴
大スケール	累層群	≒ Sedimentary Basin
	層群	Bounded by Unconformity
	累層	Composed of Members ≥ 2
	部層	Composed of Strata ≥ 2
	単層	Minimum Unit of Stratum
	薄層	Bedding Planes not clear
小スケール	ラミナ	Composed of Particles

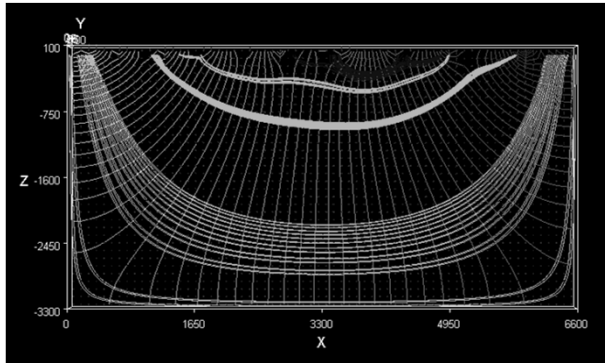
53

単純な地下水盆の地下水流動



54

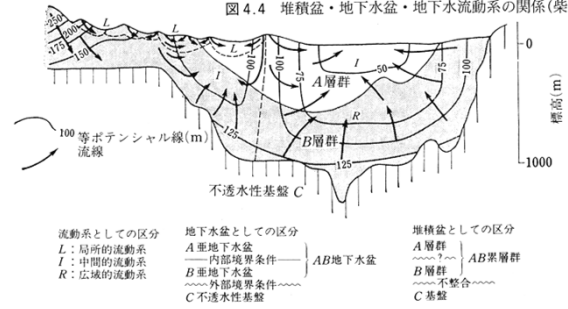
断面二次元モデルによる再現



55

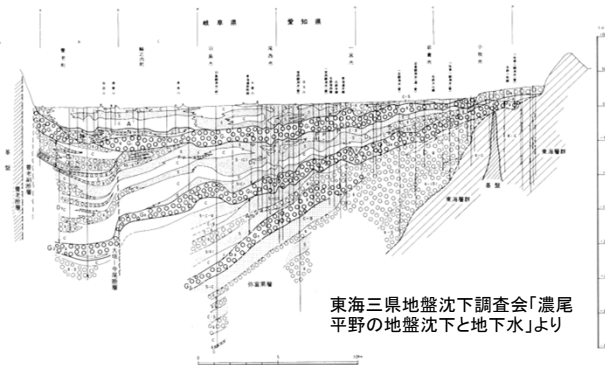
堆積盆・地下水盆・地下水流動系

図 4.4 堆積盆・地下水盆・地下水流動系の関係(柴崎¹⁰⁾による)



56

実際の地下水盆(濃尾平野)



57

参考文献

水収支研究グループ編

「地下水資源・環境論—その理論と実践—」

共立出版、1993年

58