

# モンゴル・ヘルレン川流域における 地下水涵養機構

安部 豊<sup>1)</sup>・田中 正<sup>2)</sup>・辻村真貴<sup>2)</sup>・嶋田 純<sup>3)</sup>・樋口 覚<sup>4)</sup>

1) : 筑波大学大学院生命環境科学研究科博士課程

2) : 筑波大学大学院生命環境科学研究科

3) : 熊本大学理学部地球科学科

4) : 熊本大学大学院理学研究科修士課程

# 研究の背景

## ・乾燥・半乾燥地域における水問題

- ・乾燥・半乾燥地域の水資源の多くは地下水に依存
- ・地下水管理が十分でなく、水位の異常低下などの問題が顕在化

## ・モンゴル国の水利用状況

- ・河川水量の不足、不安定化
- ・人口の60%が生活用水として地下水を利用
- ・地下水起源の水道水利用を含めるとその割合は90%を超える

## ・モンゴル国における社会・経済体制の変化

- ・1990年からの市場経済導入に伴う「ネグデル(農牧業共同組合)」の崩壊
- ・井戸の維持管理システムの崩壊
- ・4万3000基あった井戸の40~50%が使用不能
- ・7800基あった深井戸の80%が破壊・放棄 → 特定浅井戸への利用の集中
- ・水源を必要とする牧畜頭数の増加

## ・気候変動に伴う気象・水文要素の変化

- ・最近10年間における気温上昇と降水量の減少



・モンゴル国における河川・地下水循環機構解明の必要性

# 研究の目的

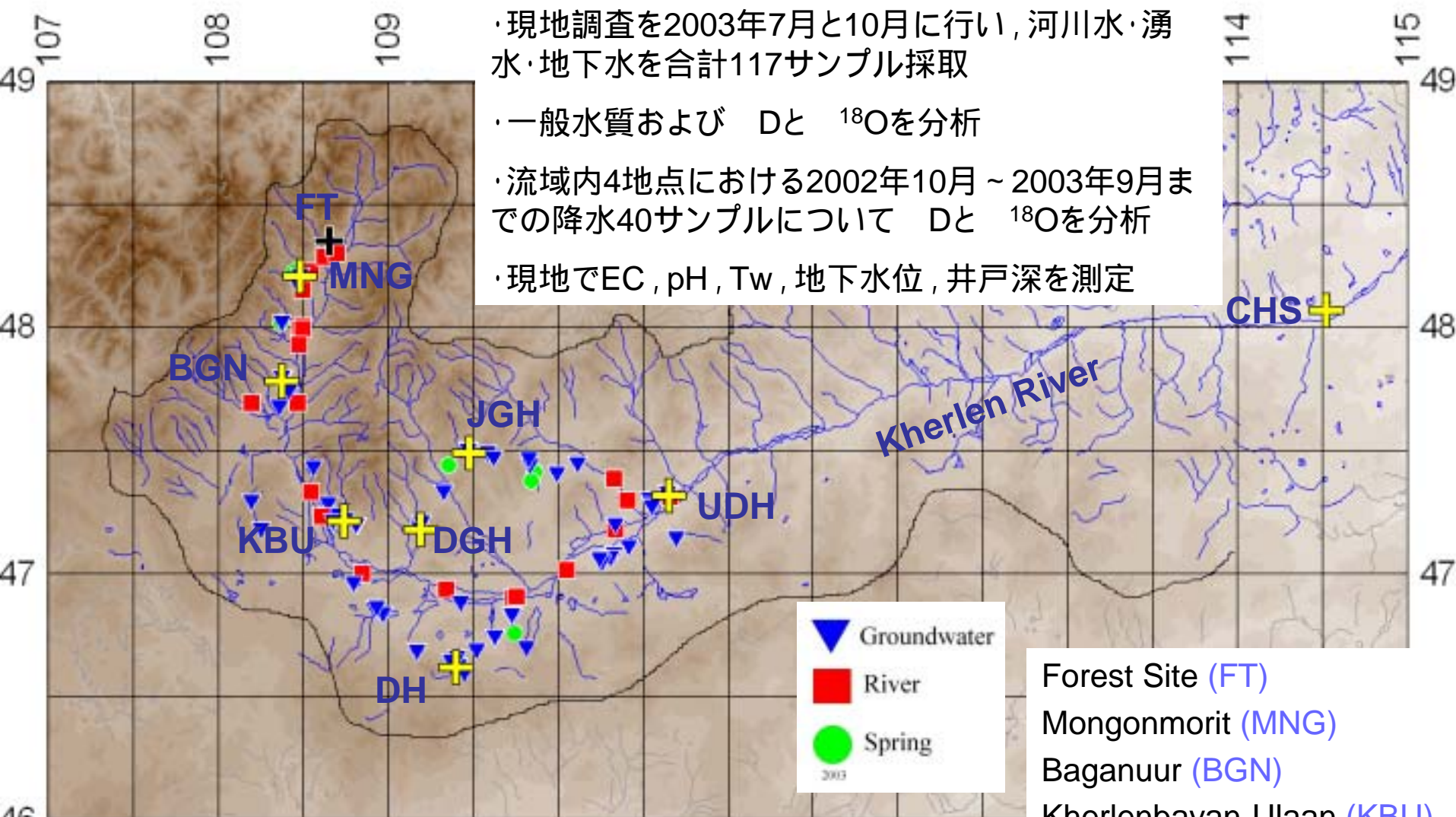
- 半乾燥地域に位置するモンゴル国ヘルレン川流域を対象として、一般水質および水素・酸素の同位体をトレーサーとして、河川水および地下水の循環機構を明らかにする。
- 特に、以下の内容に焦点を当てる。
  - ・河川水の循環様式
  - ・河川水と地下水との交流関係
  - ・植生変遷域における地下水涵養プロセス
  - ・草原上浅層地下水の流動様式

・現地調査を2003年7月と10月に行い, 河川水・湧水・地下水を合計117サンプル採取

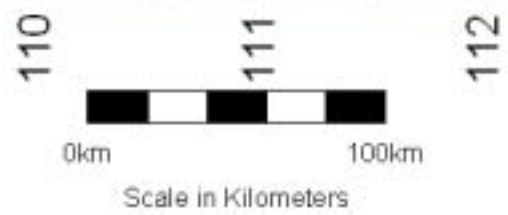
・一般水質および Dと  $^{18}\text{O}$ を分析

・流域内4地点における2002年10月～2003年9月までの降水40サンプルについて Dと  $^{18}\text{O}$ を分析

・現地でEC, pH, Tw, 地下水位, 井戸深を測定

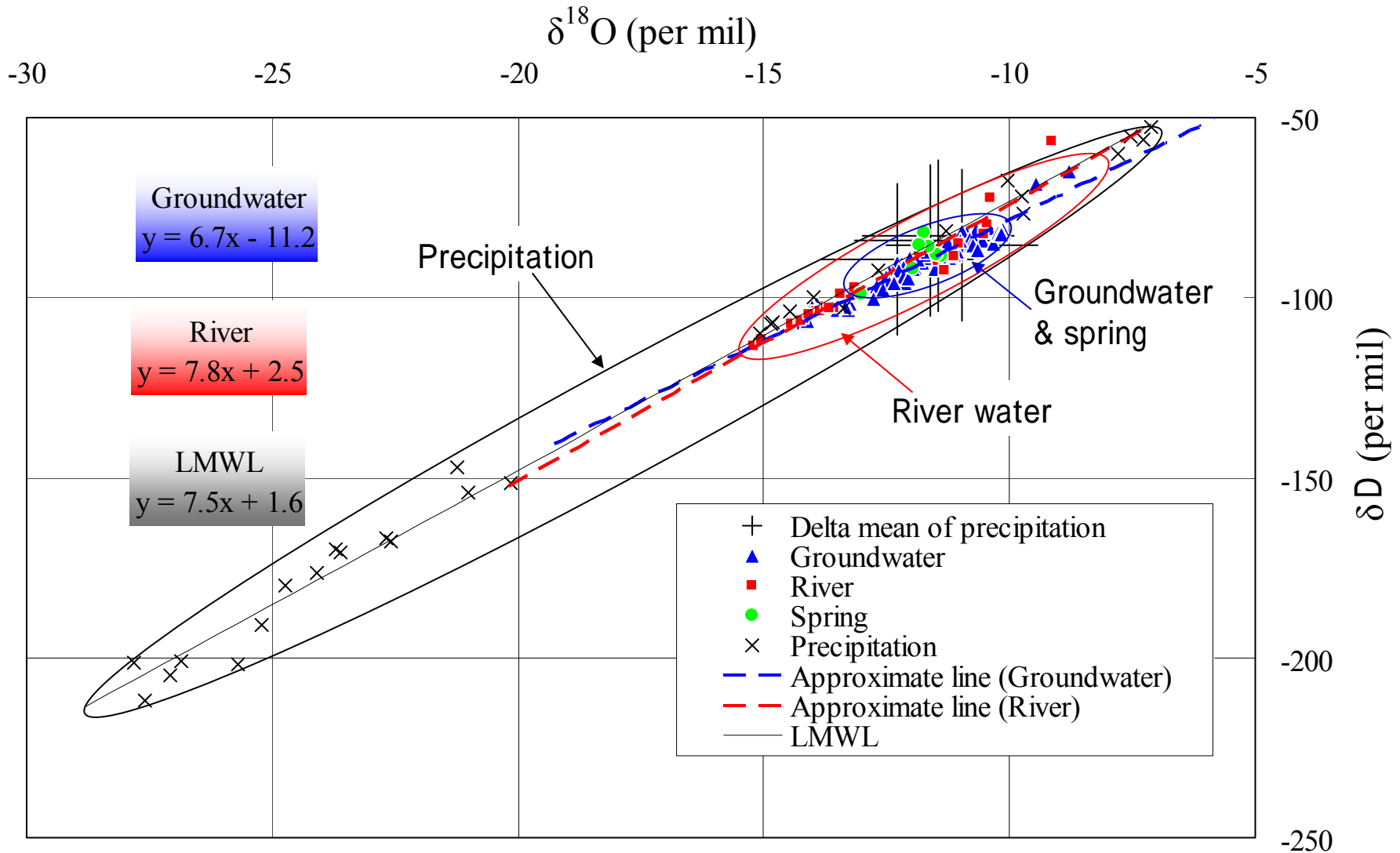


- Forest Site (FT)
- Mongonmorit (MNG)
- Baganuur (BGN)
- Kherlenbayan-Ulaan (KBU)
- Delgerhaan (DGH)
- Jargalthaan (JGH)
- Darhan (DH)
- Underhaan (UDH)
- Choibalsan (CHB)

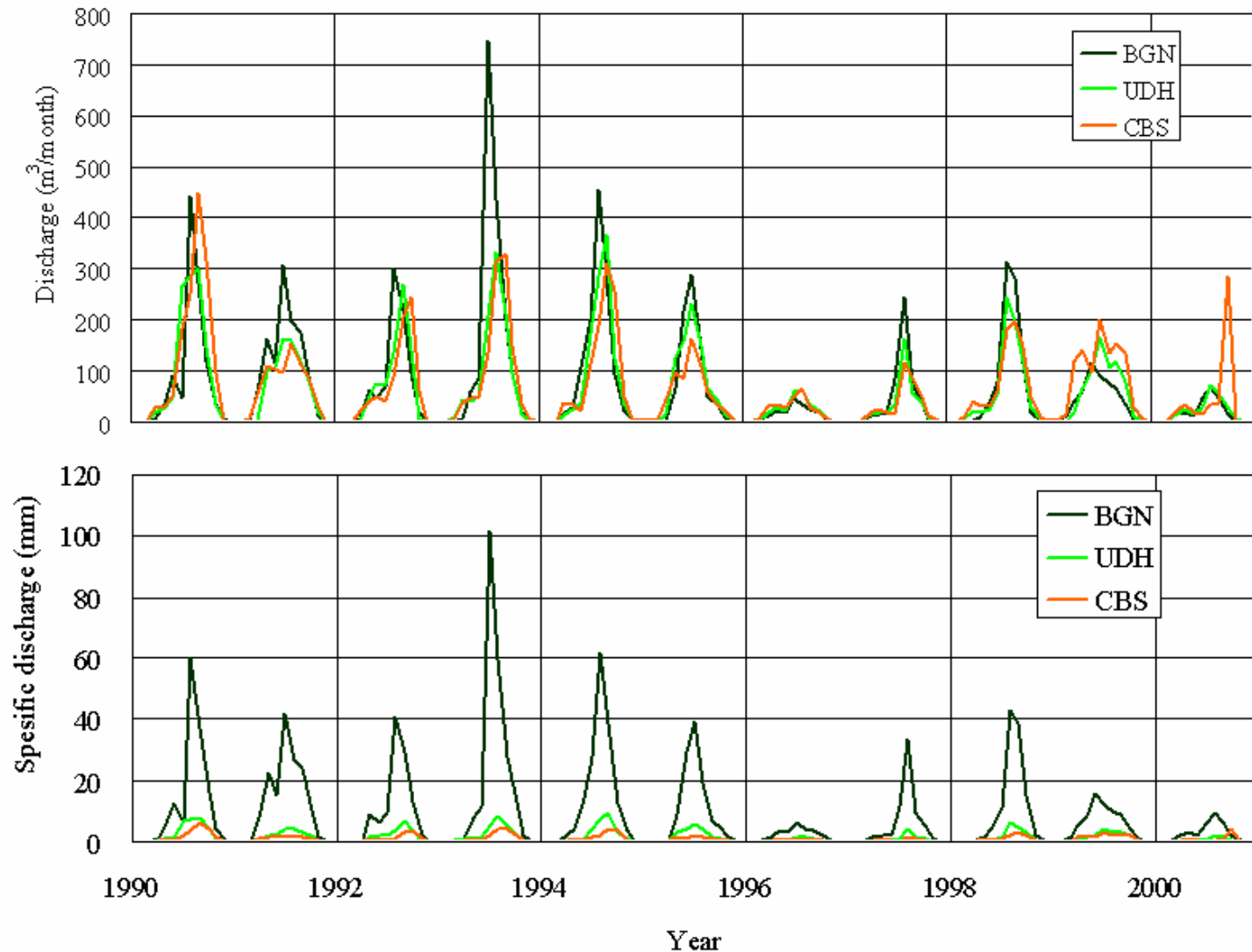


## 対象流域および調査方法

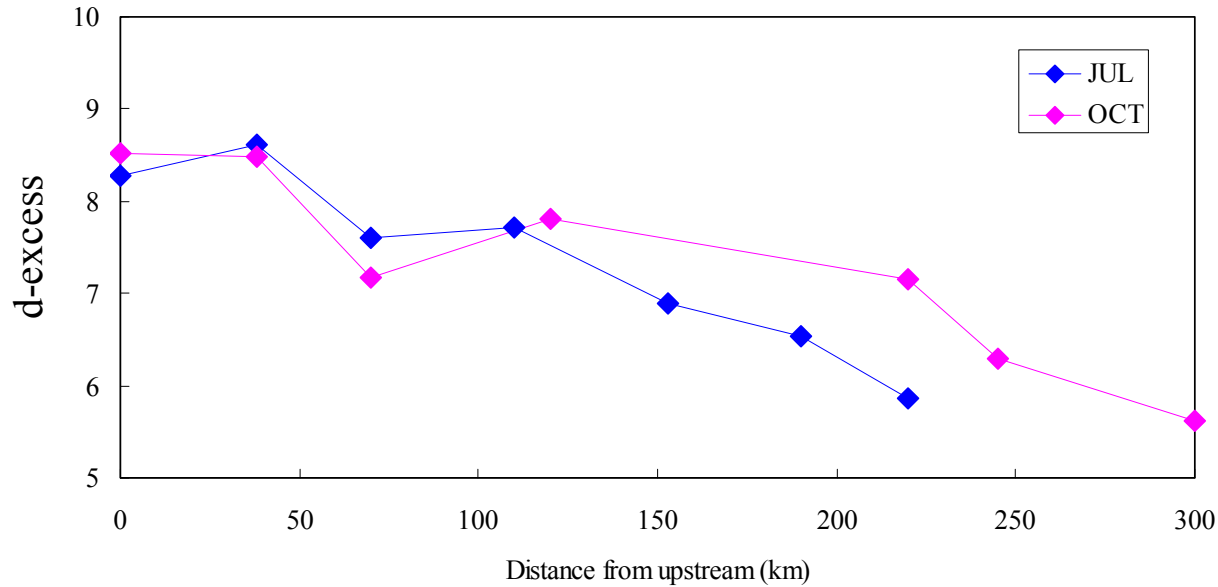
# 降水・河川水・湧水・地下水の ダイヤグラム



# 流下に伴うヘルレン川流量の経年変化と比 流量の経年変化



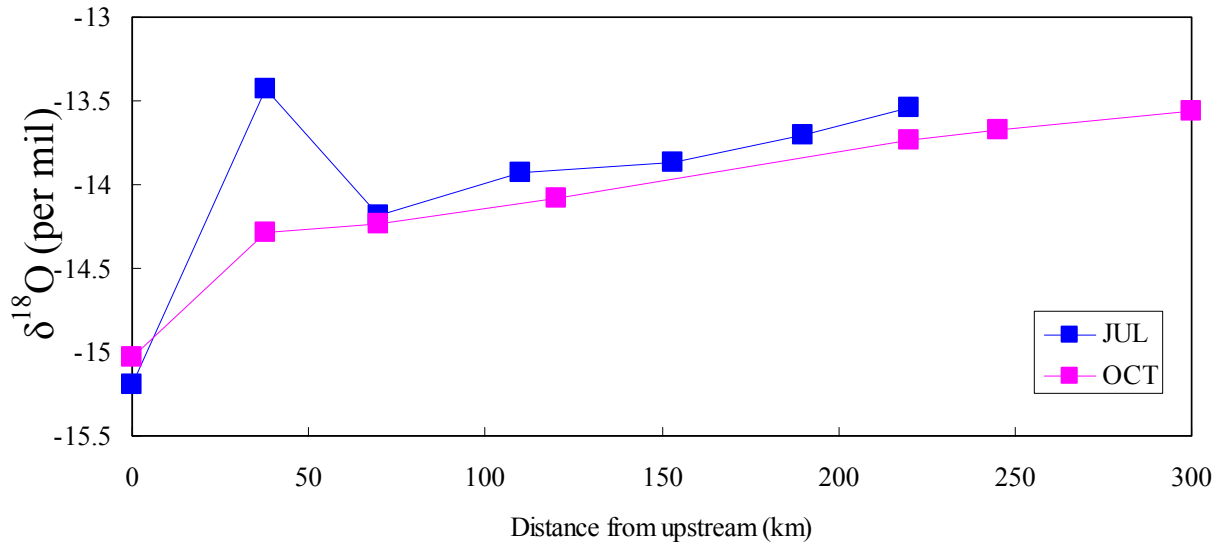
# 流下に伴うヘルレン本流の $^{18}\text{O}$ と d 値の変化



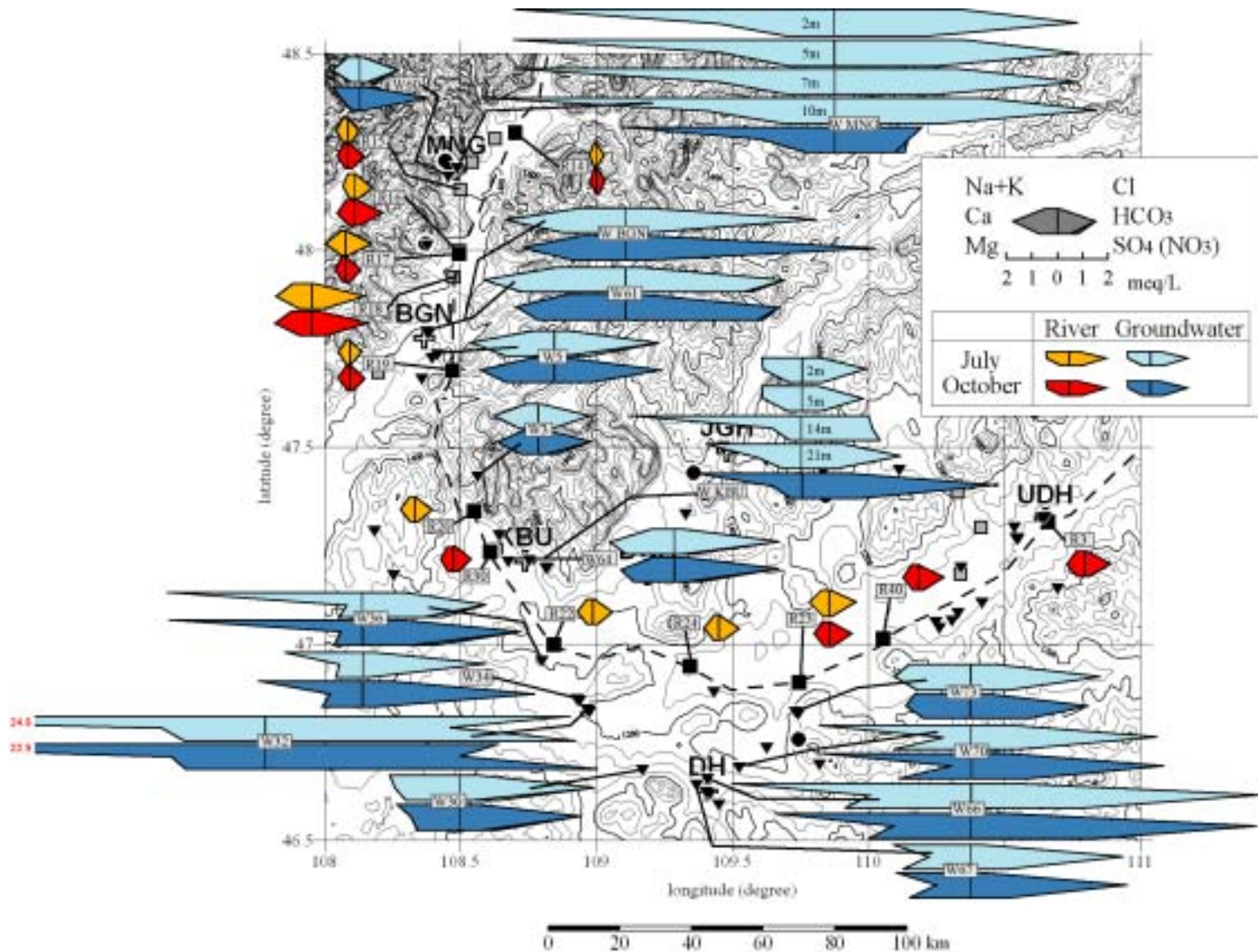
上流



下流

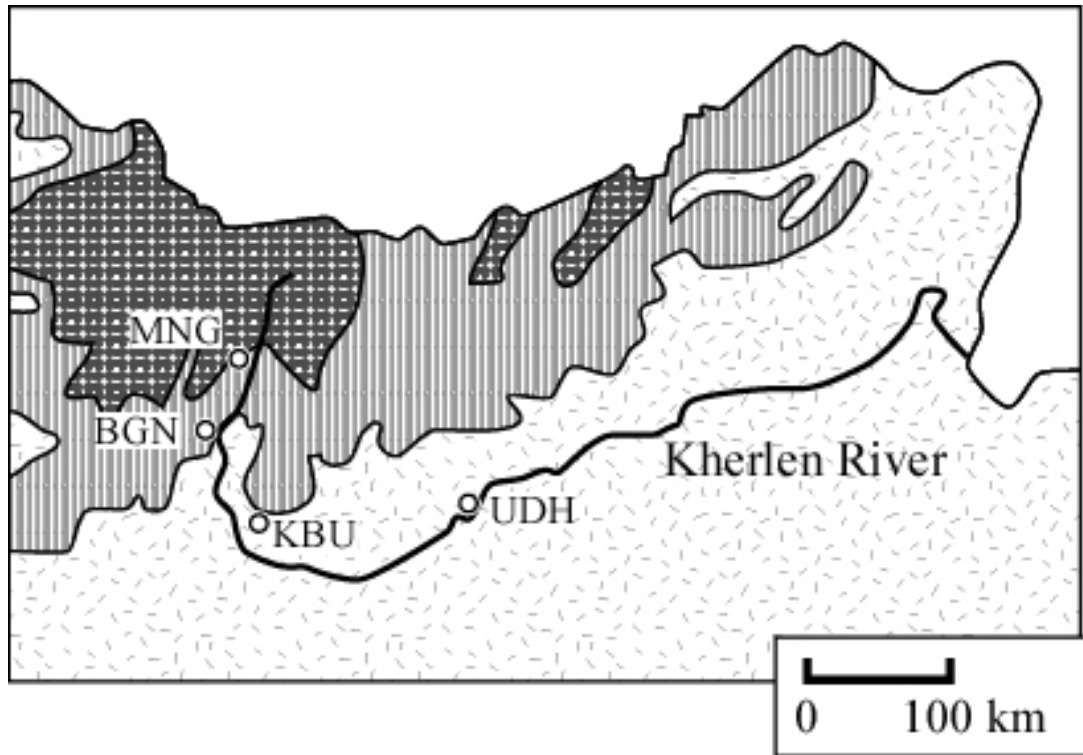


# ヘルレン川と周辺地下水の水質組成





# 対象流域の植生 Vegetation in the study area



## Legend




-  Taiga forest
-  Mountain forest steppe
-  Steppe

Fig. Vegetation in the study area  
(Batima and Dagvadorj, 2000)

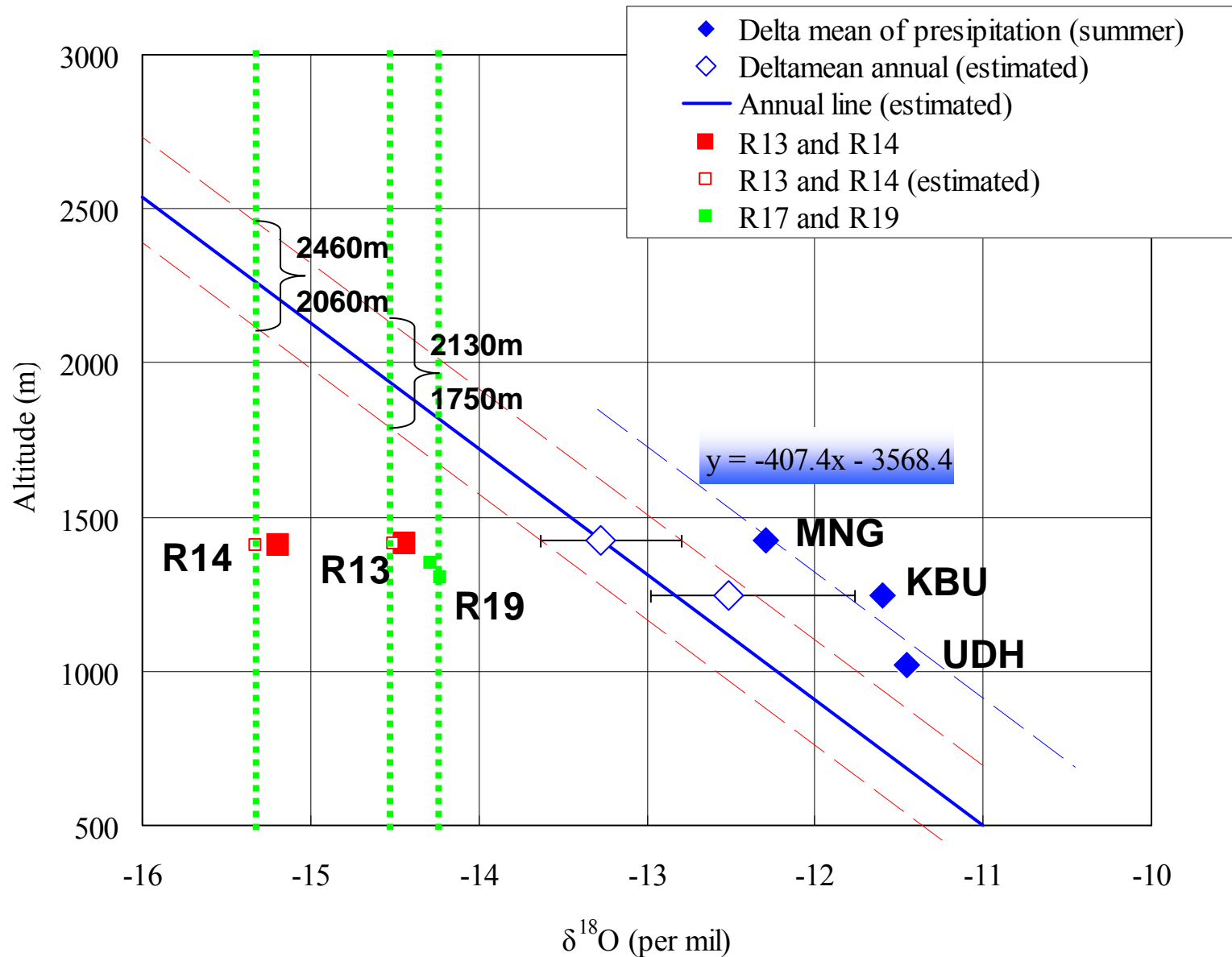
## MNG(forest steppe)



## KBU(steppe)

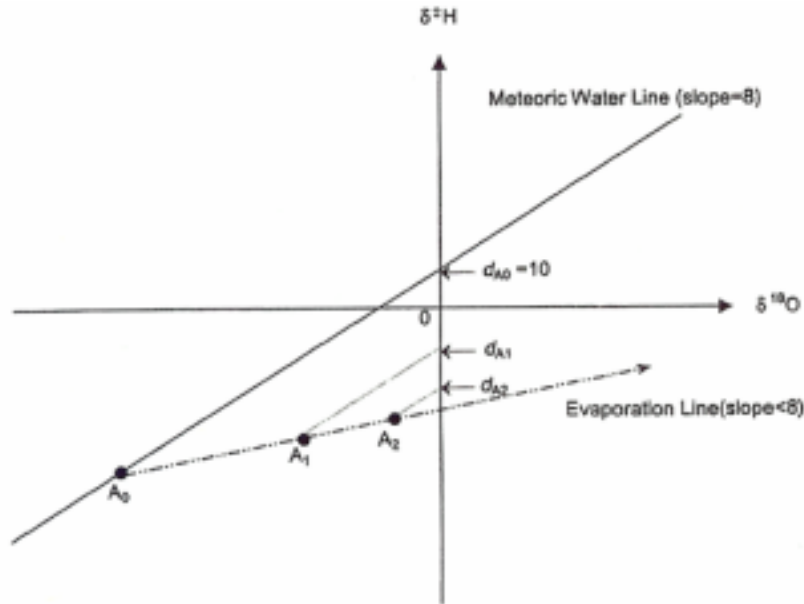


# 河川水の涵養高度の推定



# 水が蒸発によって受ける同位体比とd値の変化

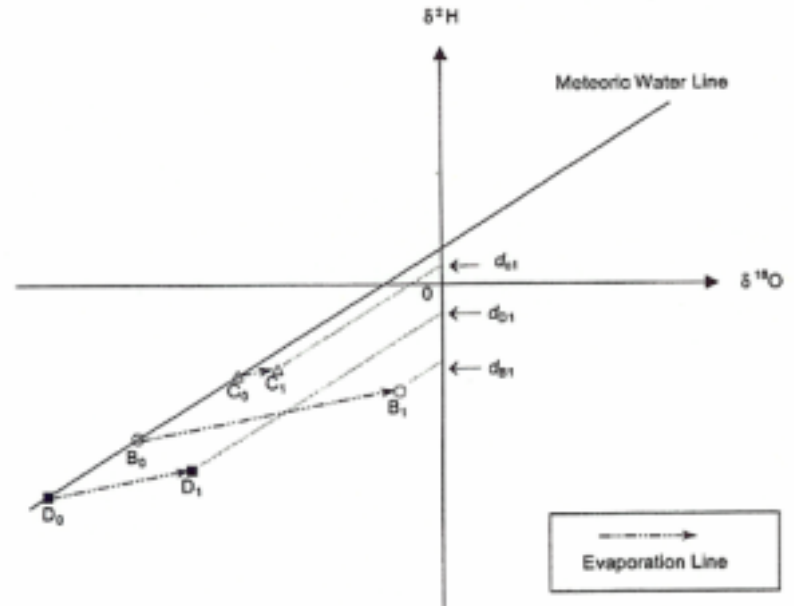
(壁谷ほか, 2002)



蒸発の基点が一点の場合

・同位体比の上昇とd値の低下は一致する。

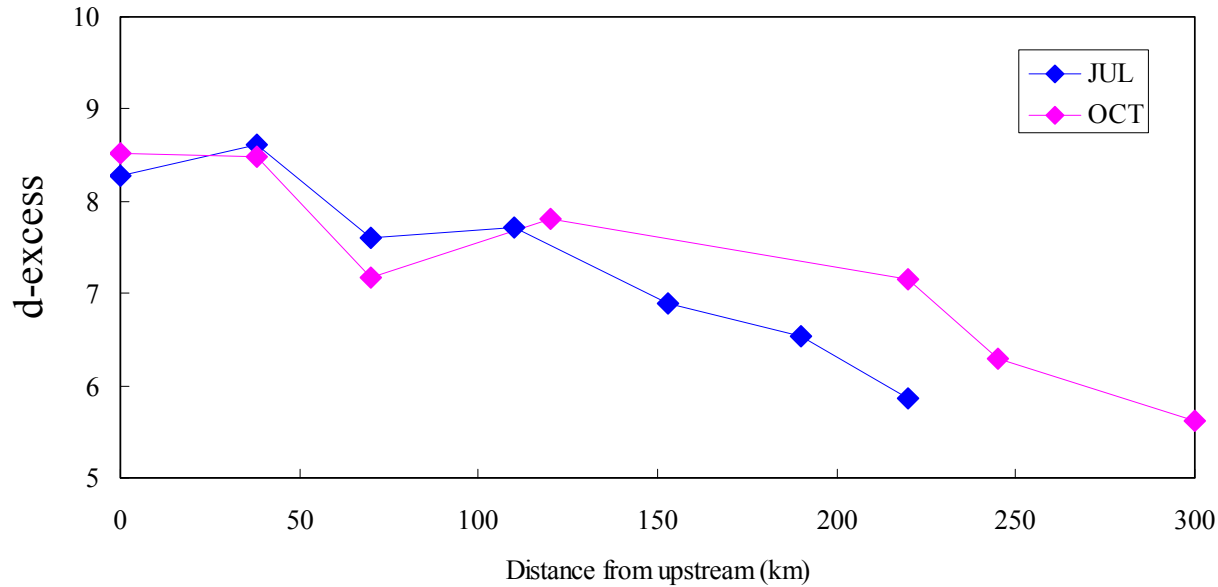
いずれの場合も、d値は蒸発の指標として用いることができる。



蒸発の基点が異なる場合

- ・蒸発の影響は $B_0 > D_0 > C_0$ の順に大きいとする。
- ・ $^{18}\text{O}$ のみで見た場合には  $B_1 > C_1 > D_1$  となり、実際とは異なる。
- ・d値で見た場合には  $B_1 > D_1 > C_1$  となり、実際と同じになる。

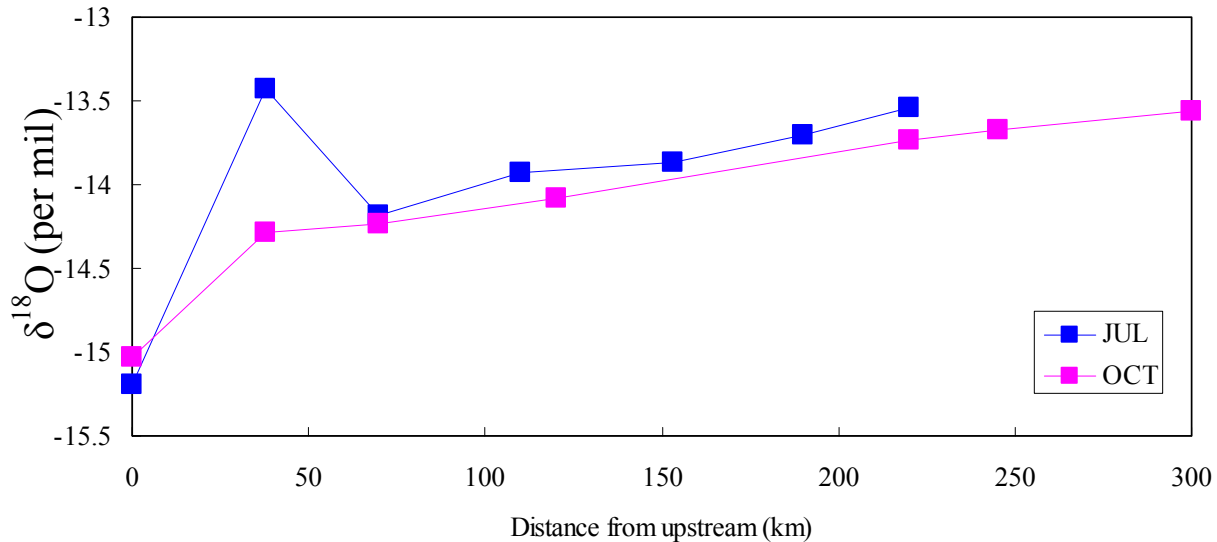
# 流下に伴うヘルレン本流の $^{18}\text{O}$ と d 値の変化



上流

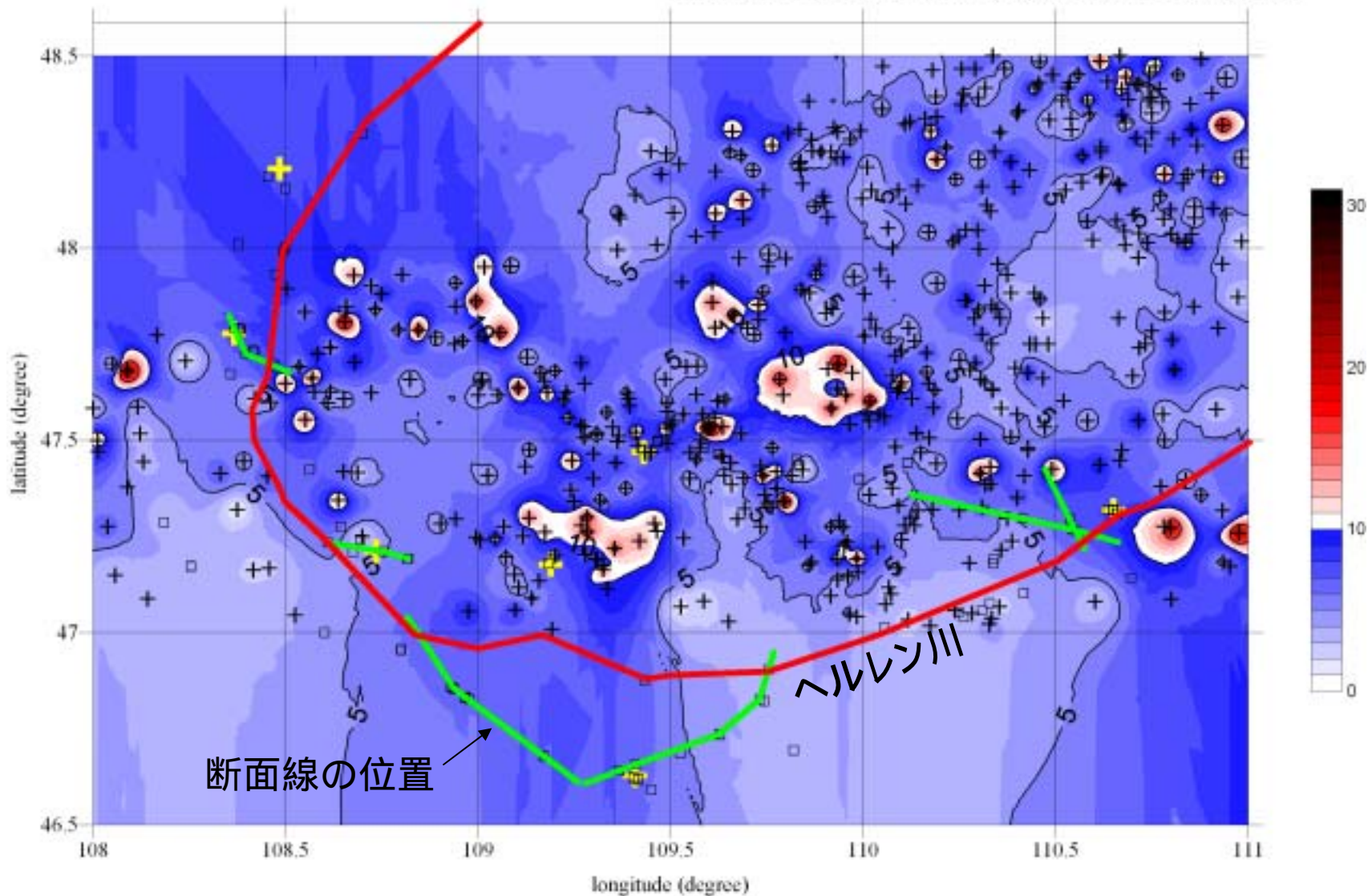


下流



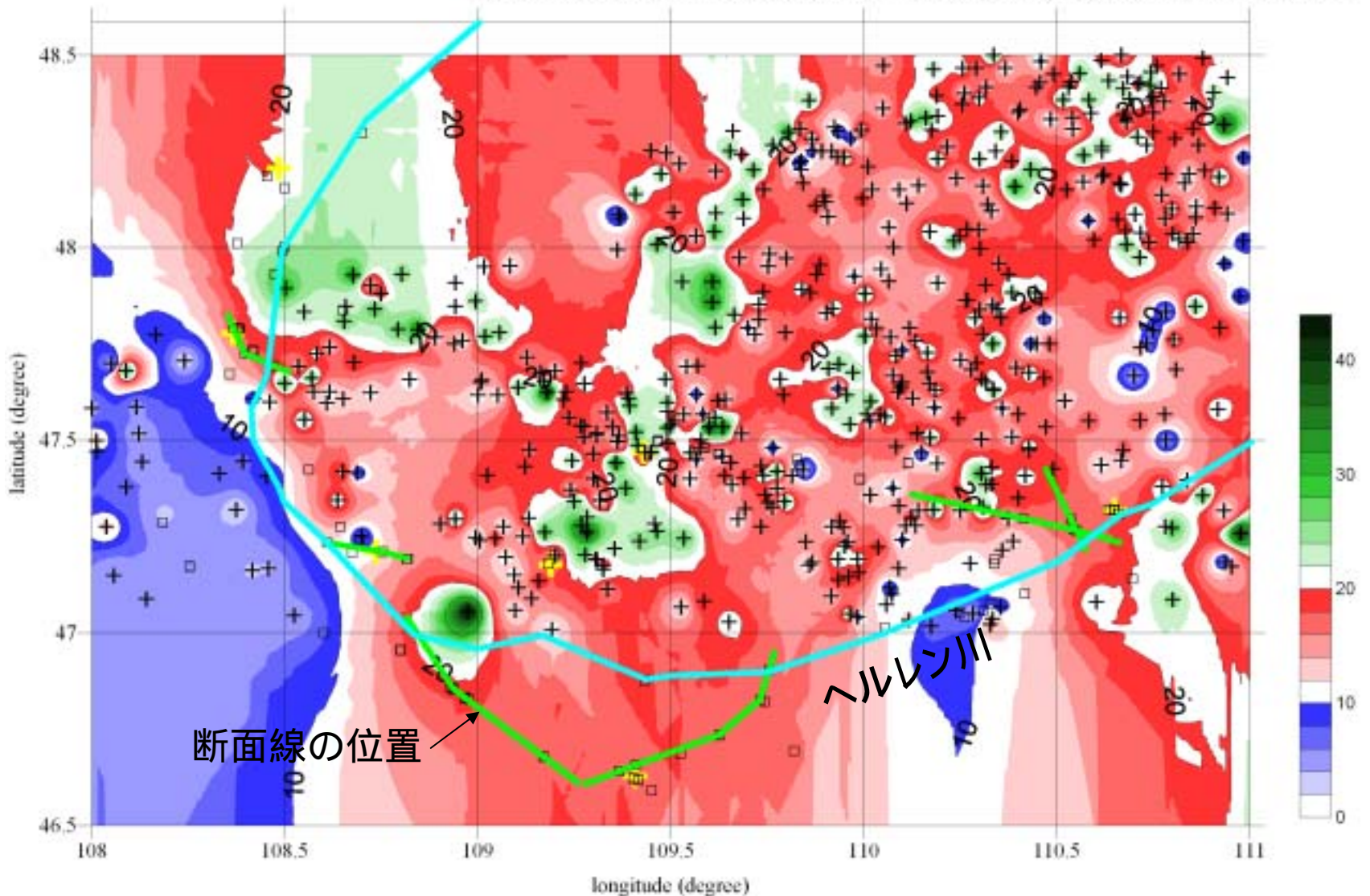
# 地下水面までの深度分布

Groundwater depth (m) from Data base

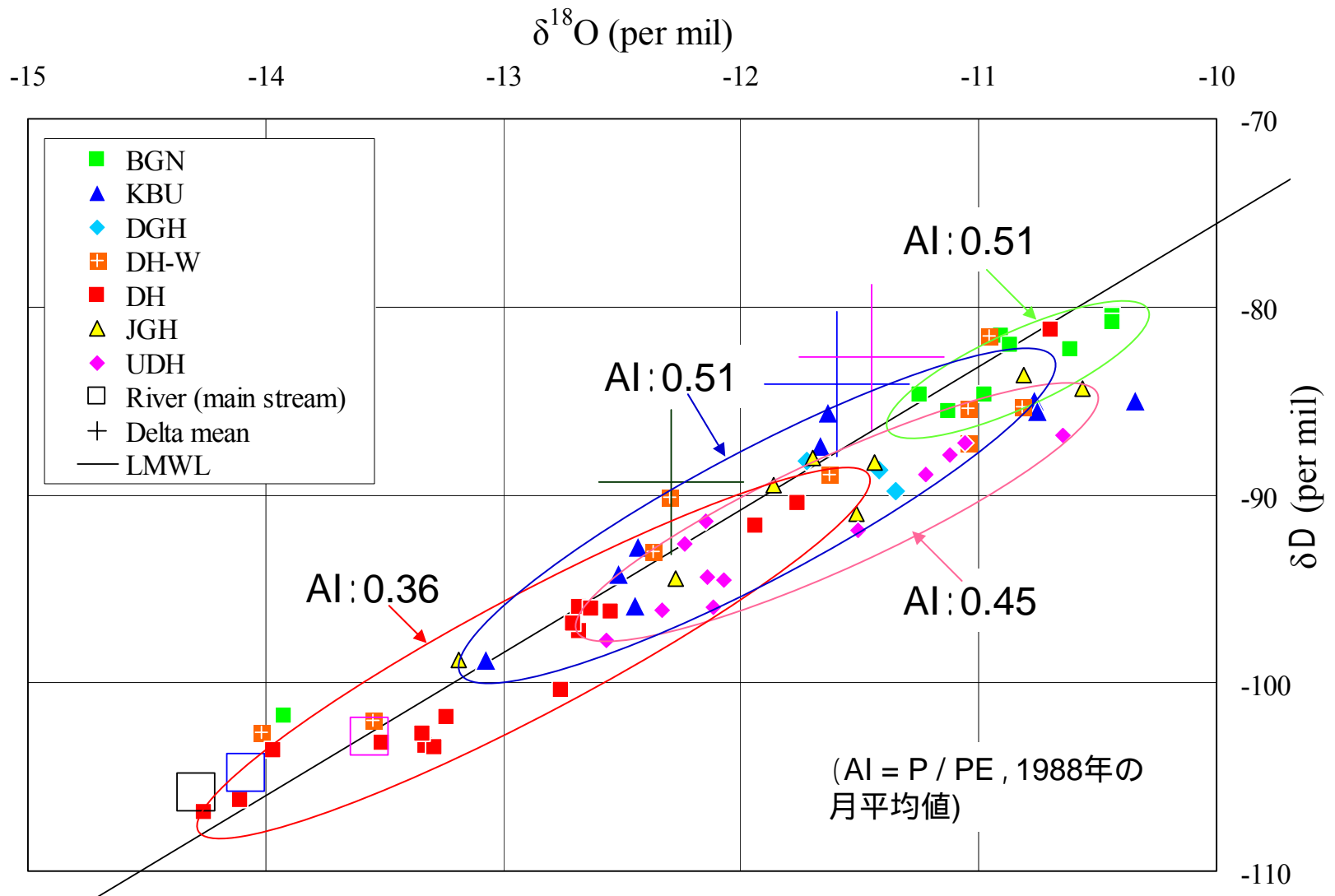


# 第一帯水層(浅層地下水)下限深度の分布

The end of the first aquifer in depth (m) from Data base



# 地域別の地下水の ダイアグラム

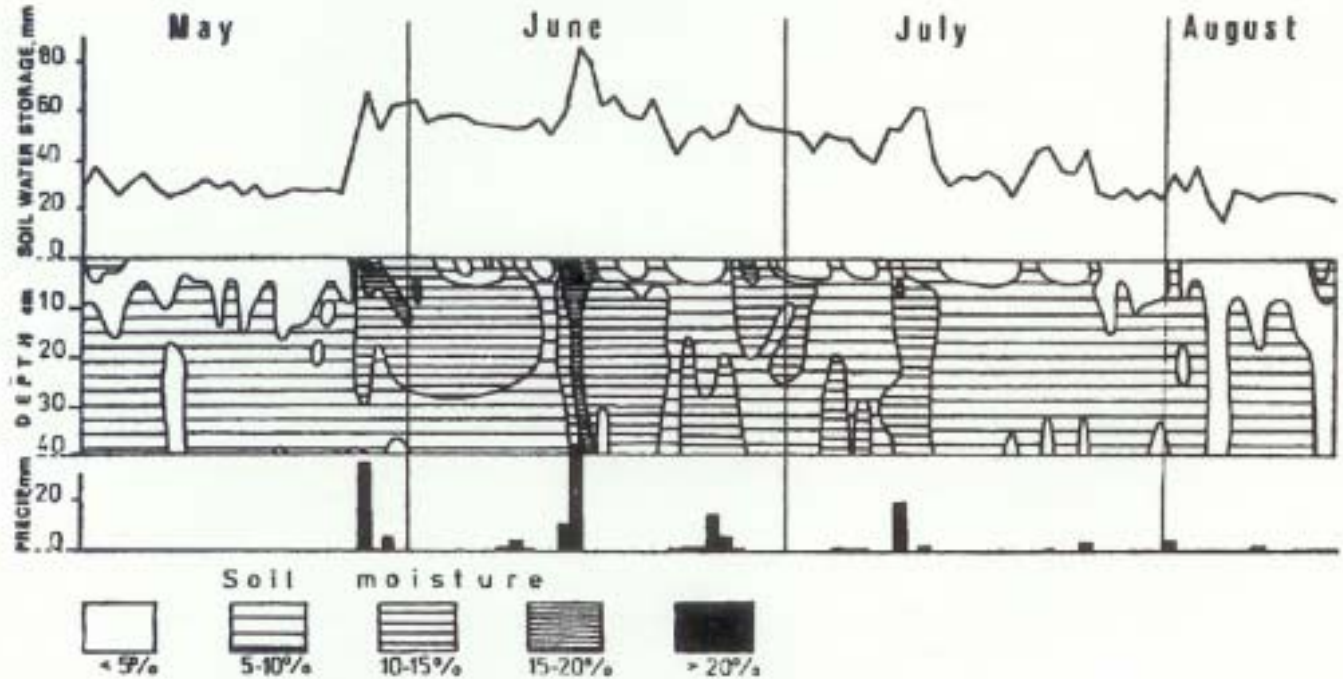


# 乾燥ステップの栗色土壌における浸透状況

(Breymeyer and Klimek, 1983)



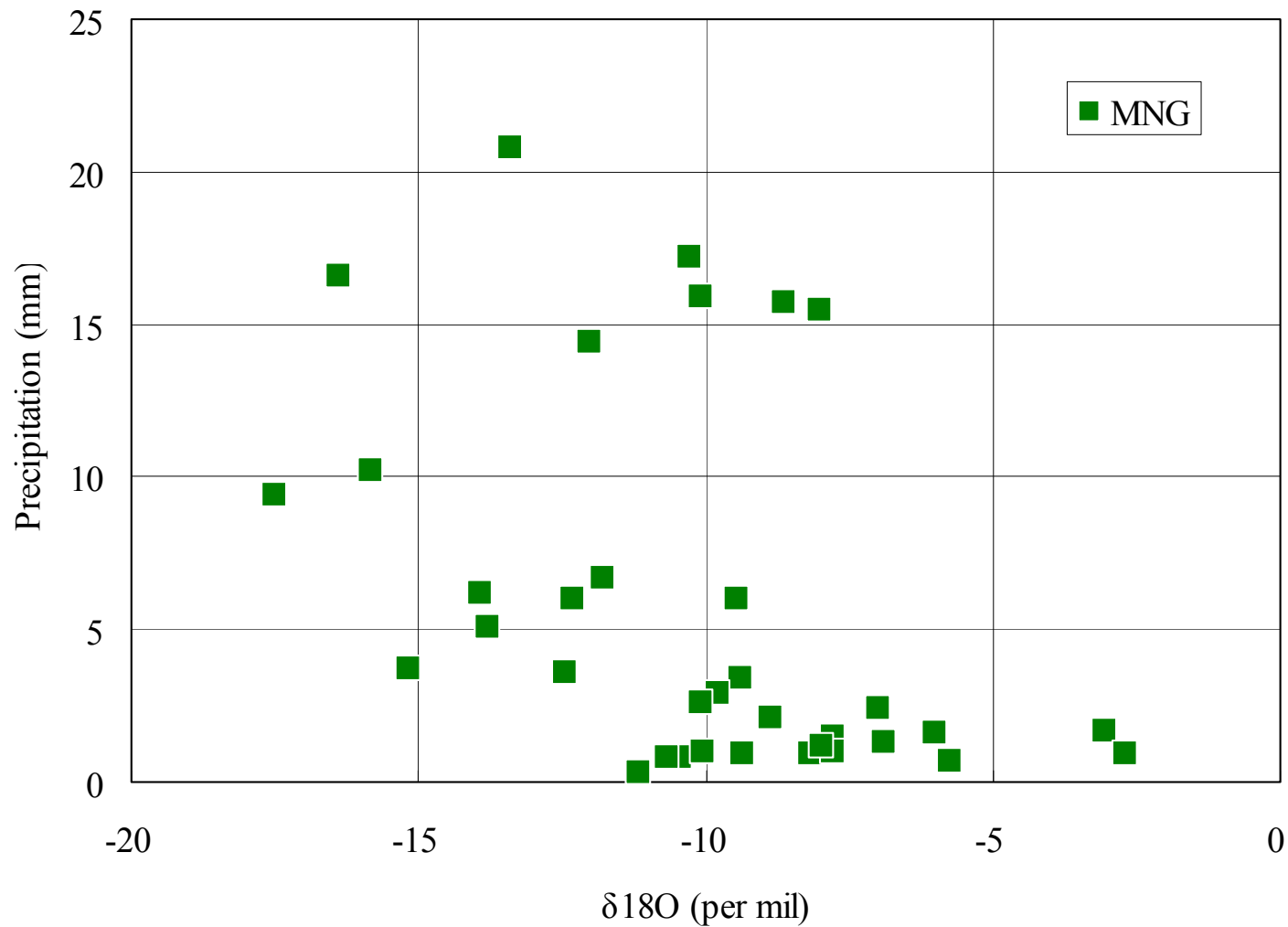
調査地点



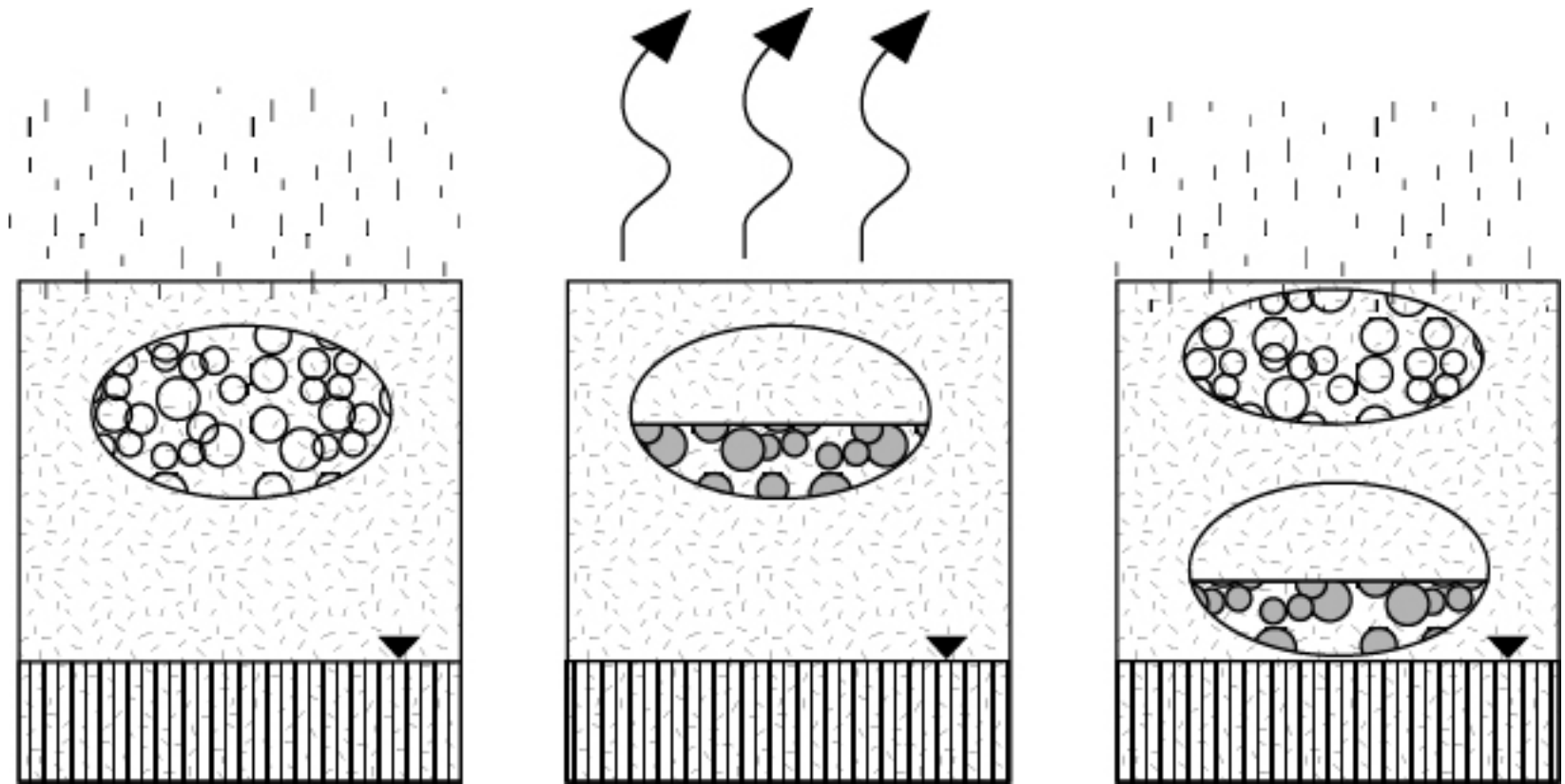
乾燥ステップ (Gurvan Turuu) の栗色土壌における浸透状況  
(5月～8月, 1978)



# MNGにおける降水量と $\delta^{18}\text{O}$ の関係

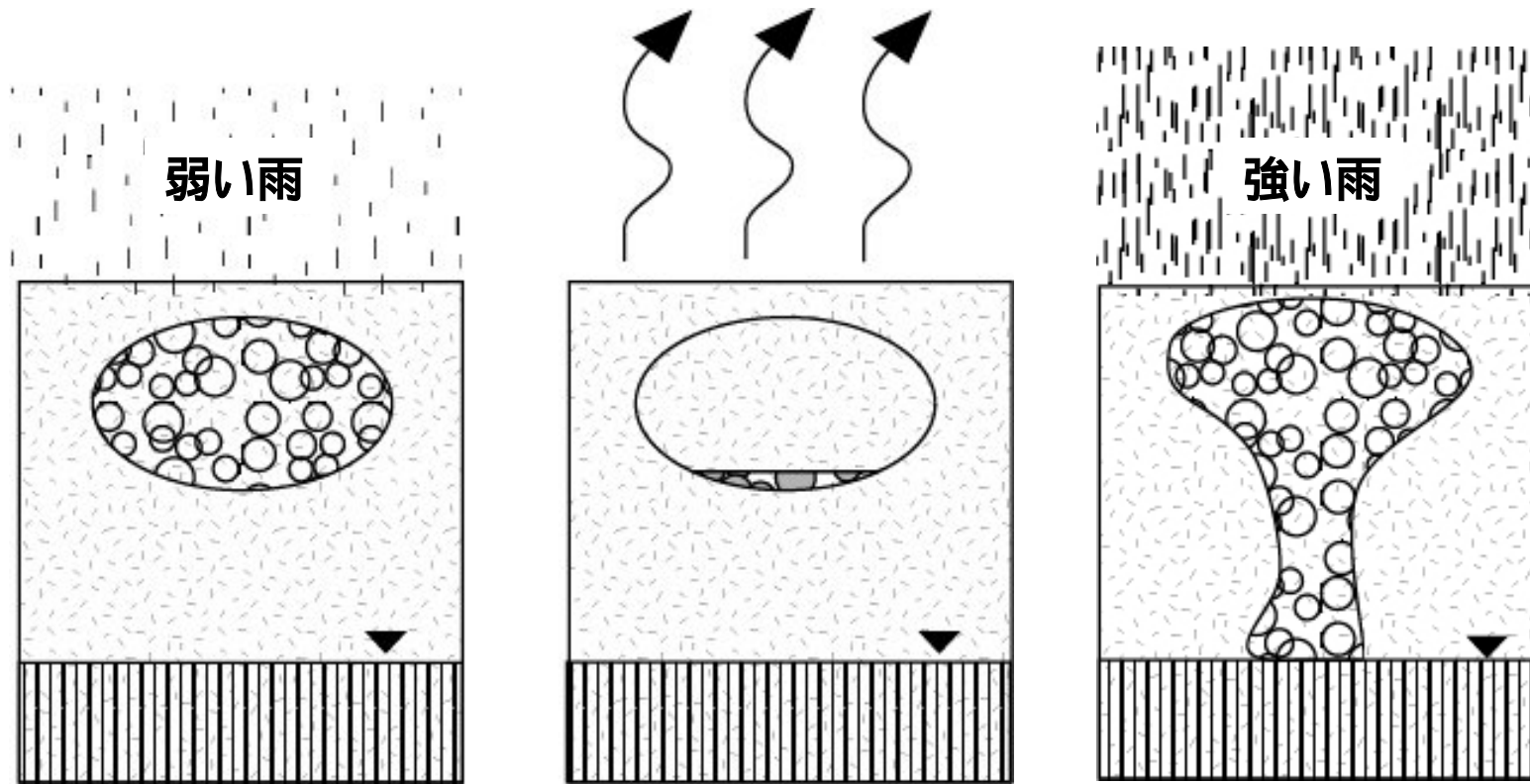


# BNG周辺の地下水涵養プロセス

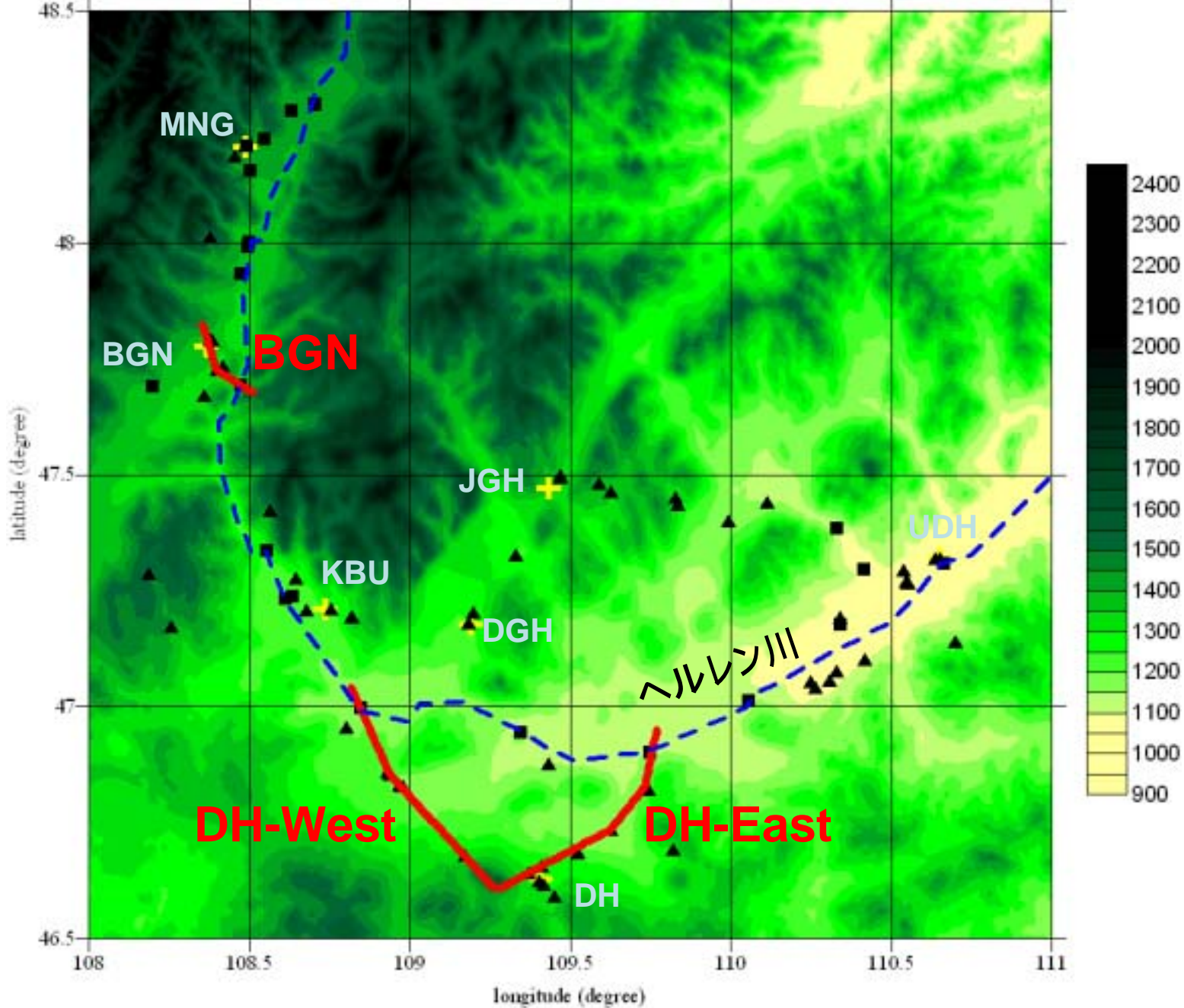


- 土壤に浸透した降水は、すべて蒸発せずに、ある程度土壤中に残留する。
- 蒸発を受けて残った浸透水は次の降雨で地下水を涵養する。

# DH周辺の地下水涵養プロセス

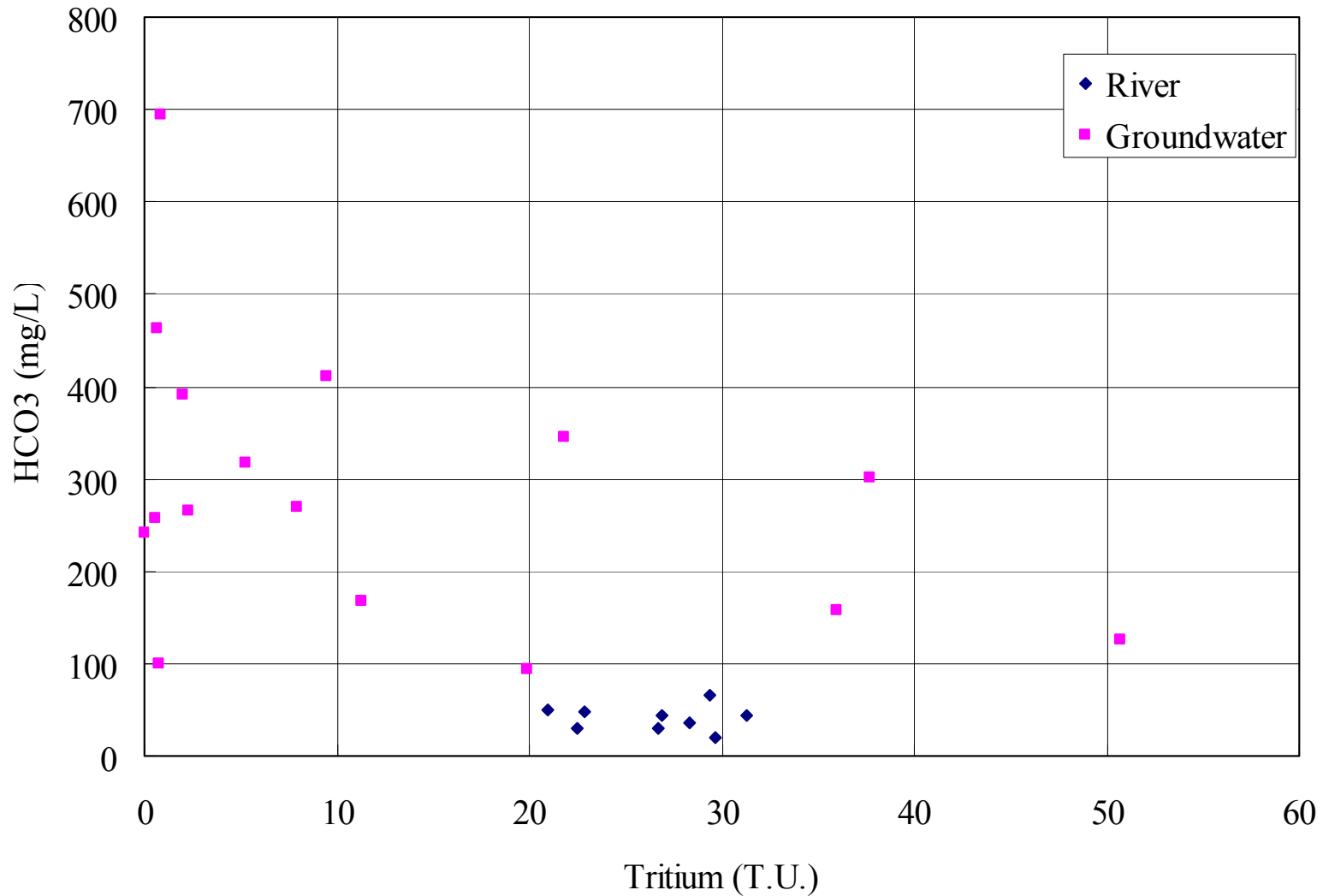


- 弱い雨による浸透水はすべて蒸発して、同位体としての痕跡を残さない。
- 比較的まとまった量の雨(降水量効果で同位体比としては低い値の雨)が地下水を涵養する。

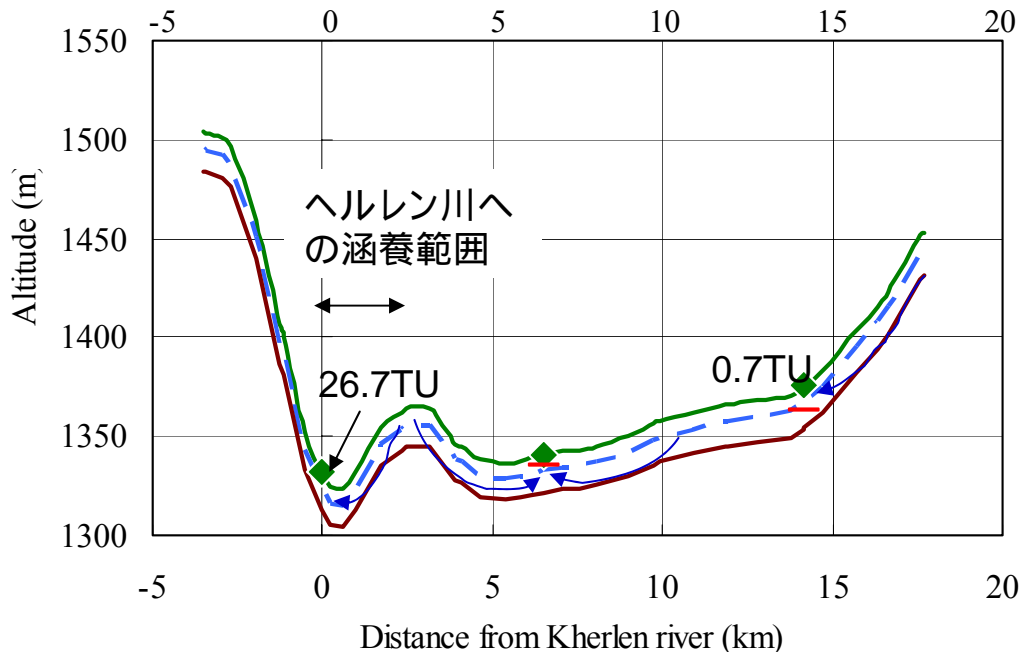
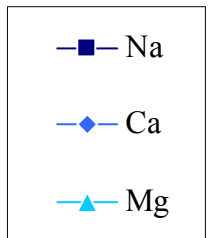
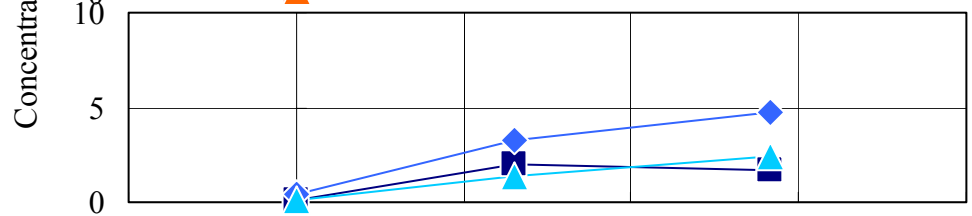
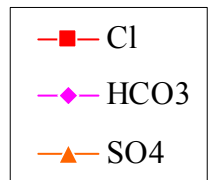
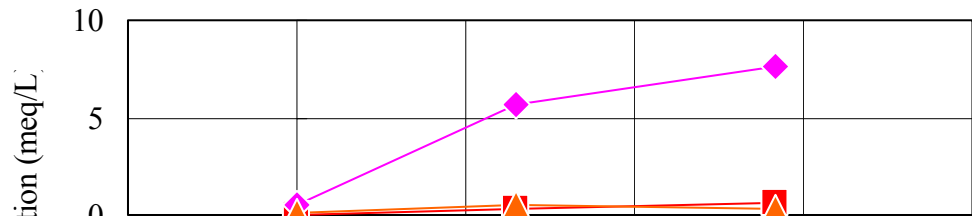
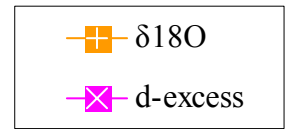
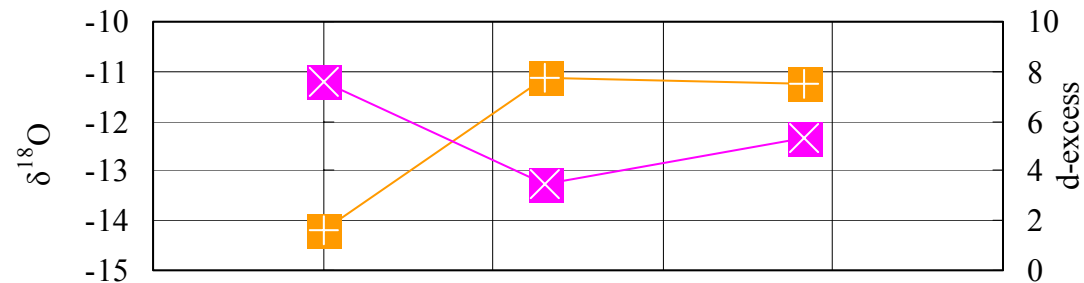


地下水の流線に沿う断面線の位置

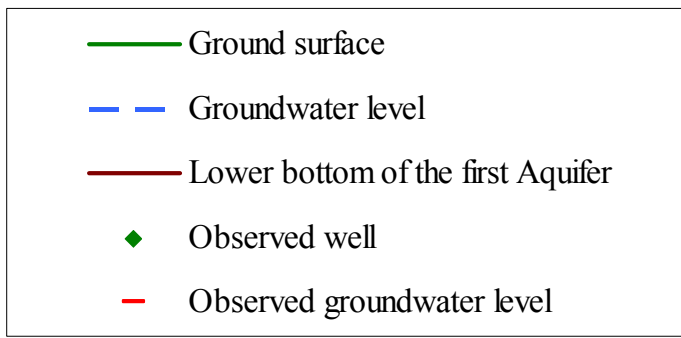
# 河川水および地下水のトリチウム濃度と $\text{HCO}_3^-$ 濃度との関係

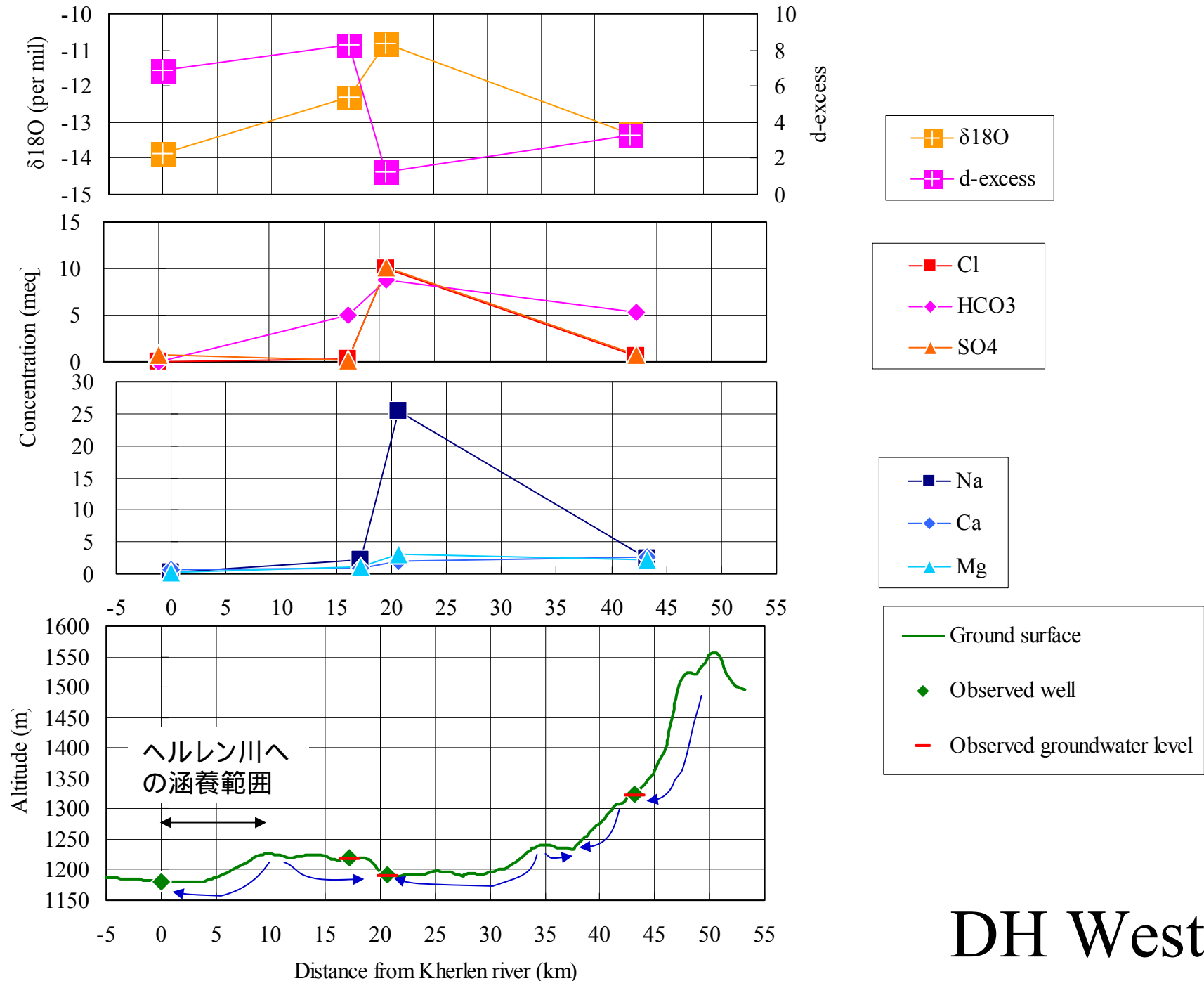






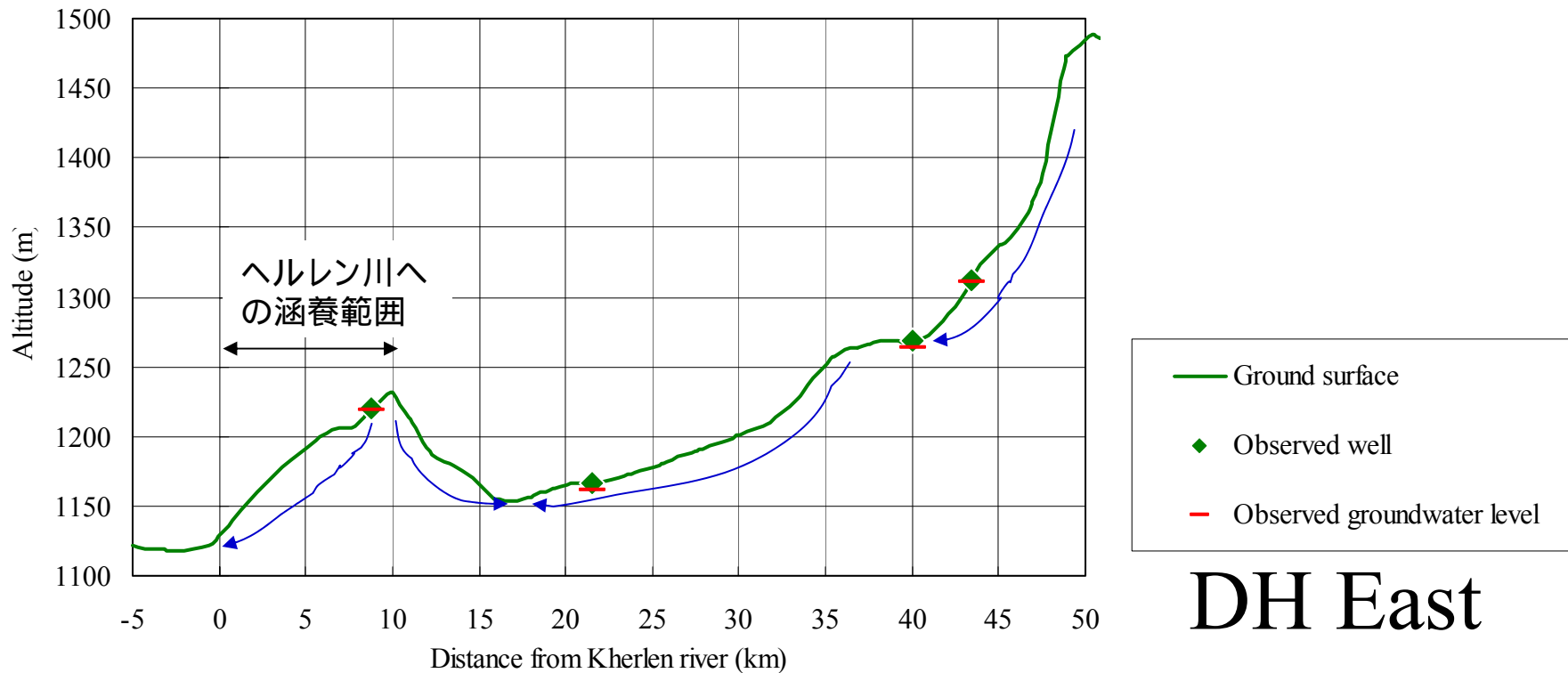
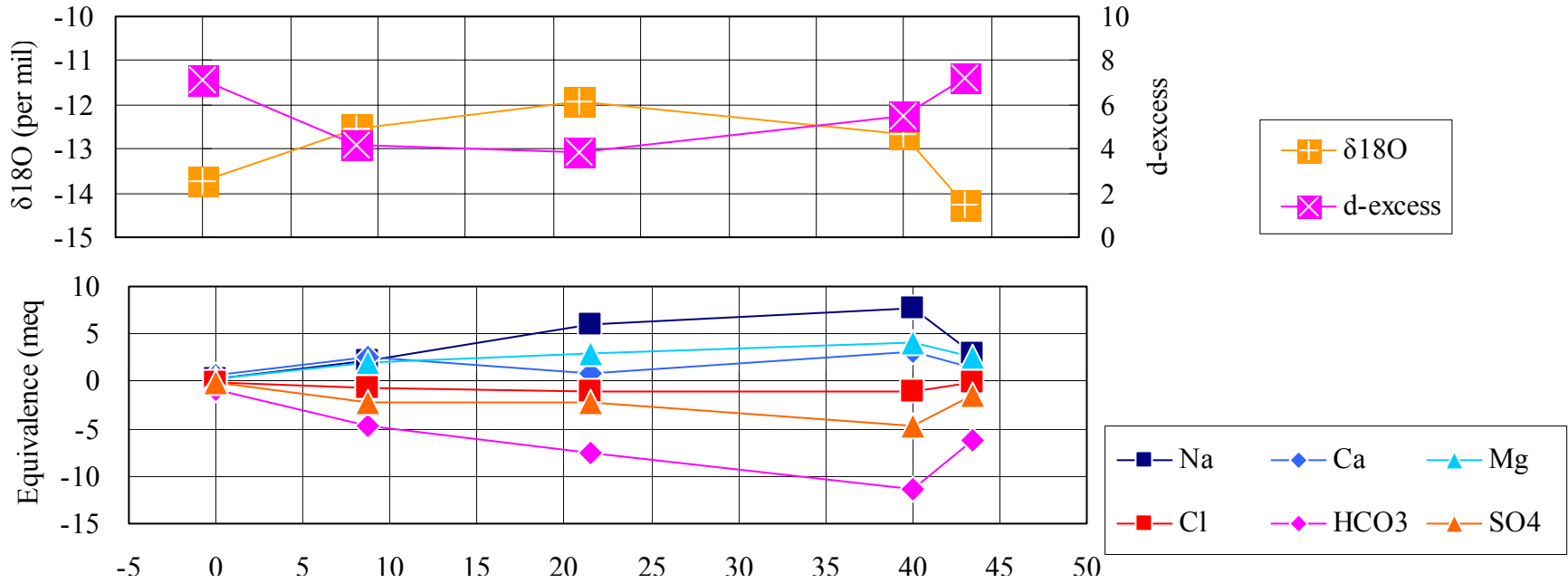
# BGN





# DH West





# DH East

# まとめ

- 河川水, 湧水, 地下水はすべて天水起源の水である.
- 降水の安定同位体比の高度効果から, ヘルレン川本流の河川水は標高1750m ~ 2500mの最上流域にもたらされた降水によって形成されている.
- 調査範囲約300kmの流程において, ヘルレン川本流は蒸発による流量損失がある.
- ヘルレン川本流と周辺地下水の交流はあまり活発でなく, 河道から数km ~ 10km程度の範囲においてのみ地下水が河川水を涵養している.
- 地下水涵養プロセスは場所ごとの気象・気候条件, 特に乾燥強度の違いによって地域的に異なる.
- 流域内草原上の浅層地下水は, 広域にわたる地域流動系としての流動成分は少なく, 地形起伏に対応した局地流動系が卓越している.