

軽元素安定同位体比を用いたアジア大都市域 の人為起源汚染と自浄ポテンシャルの把握

Human impacts on the subsurface environments and adjacent coastal areas in Asian-Mega cities, estimated by stable isotopes ratio of light elements.

梅澤 有 Yu UMEZAWA (RIHN)

物質班(小野寺・細野・石飛・斉藤・澤野)



背景：各都市の背景にある異なる要素

1. 都市の発達 —時空間変動—

...(人口、土地利用、アスファルト被覆度、ダム etc.)

2. インフラ整備 —時空間変動—

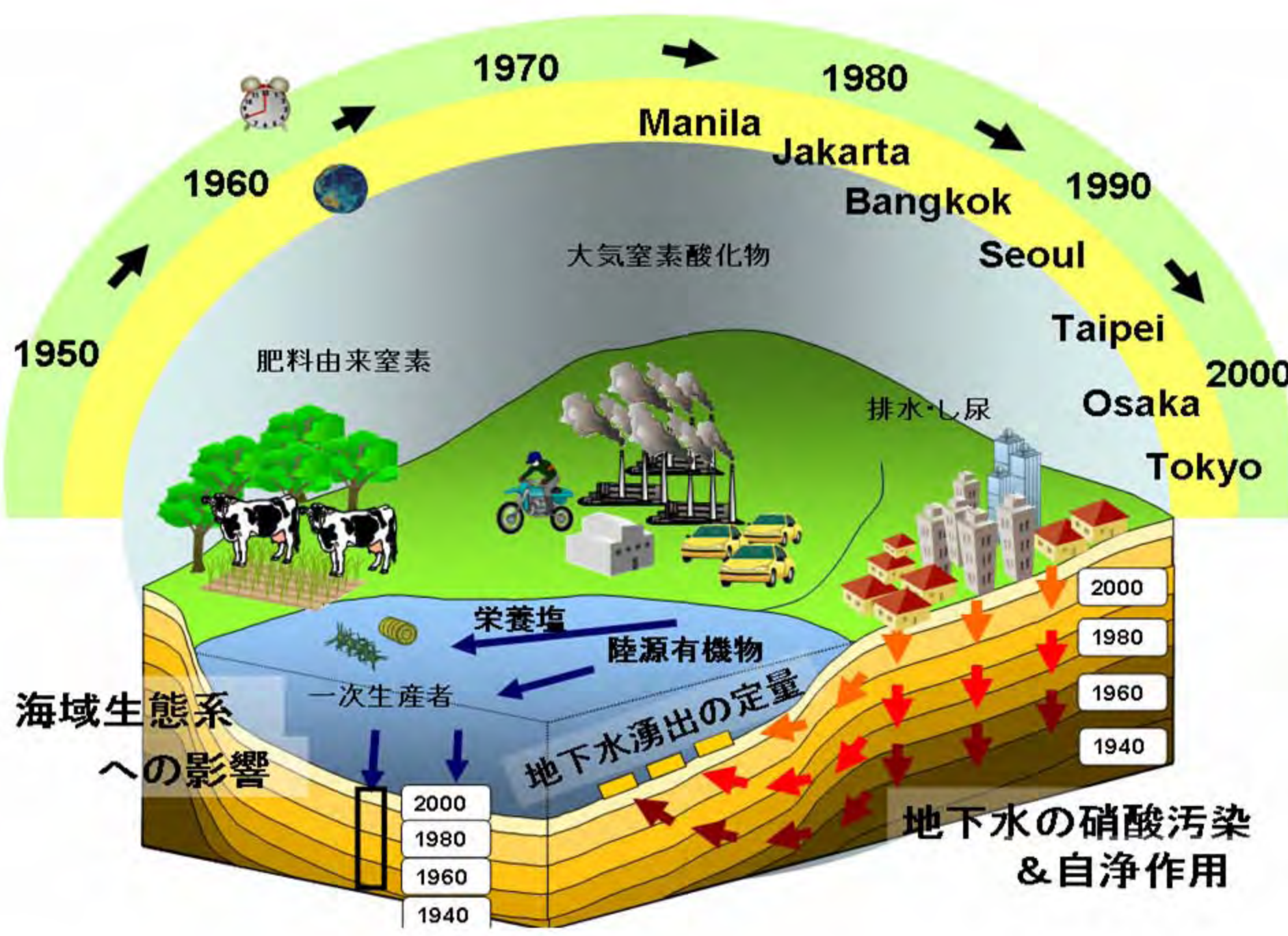
...(下水処理設備、地下水揚水量変動、etc.)

3. 社会的成熟度 —時空間変動—

...(住民意識、排出規制等の汚染に対する法規制)

4. 地理的特性 —空間変動—

...(気候、地質・土壌特性、地形勾配、水域の閉鎖性 etc.)



1960

1970

1980

1990

2000

Manila

Jakarta

Bangkok

Seoul

Taipei

Osaka

Tokyo

大気窒素酸化物

肥料由来窒素

排水・し尿

栄養塩

陸源有機物

一次生産者

地下水湧出の定量

2000

1980

1960

1940

2000

1980

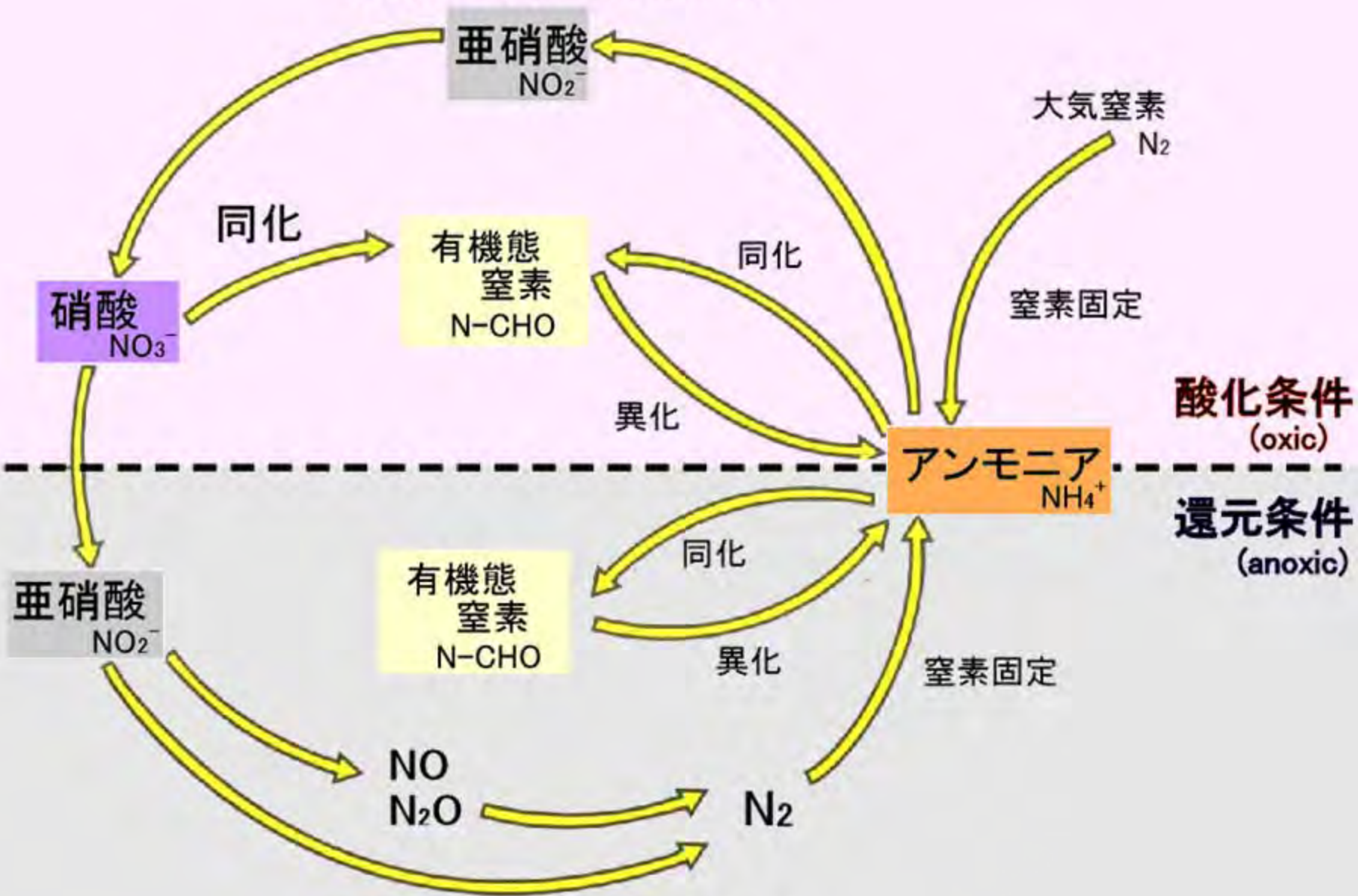
1960

1940

海域生態系への影響

地下水の硝酸汚染 & 自浄作用

硝化反応(nitrification)



脱窒反応(denitrification)

大気窒素酸化物

自動車
化石燃料
大気窒素

↓
NOx

↓
硝酸
NO₃⁻

亜硝酸
NO₂⁻

亜硝酸
NO₂⁻

有機態
窒素
N-CHO

排水・し尿

異化

有機態
窒素
N-CHO

NO
N₂O

N₂

化学肥料窒素

大気窒素
N₂

窒素固定

アンモニア
NH₄⁺

都市間の地下水中の硝酸汚染・自浄作用に関する仮説

・硝酸汚染の規模と起源に差異が生じる

← 人口と土地利用の変動

← 下水処理システム、法規制

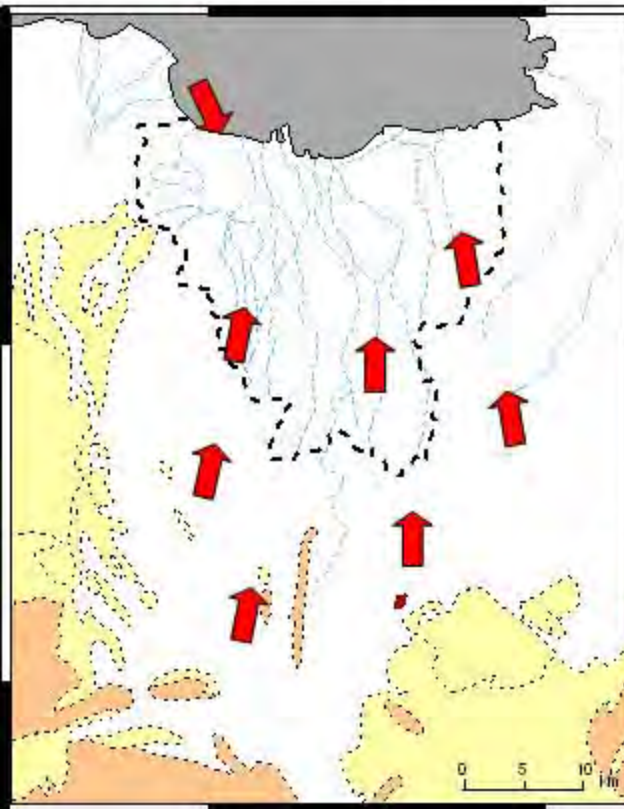
・硝酸の脱窒による自浄作用に差異が生じる

← 降水量と滞留時間

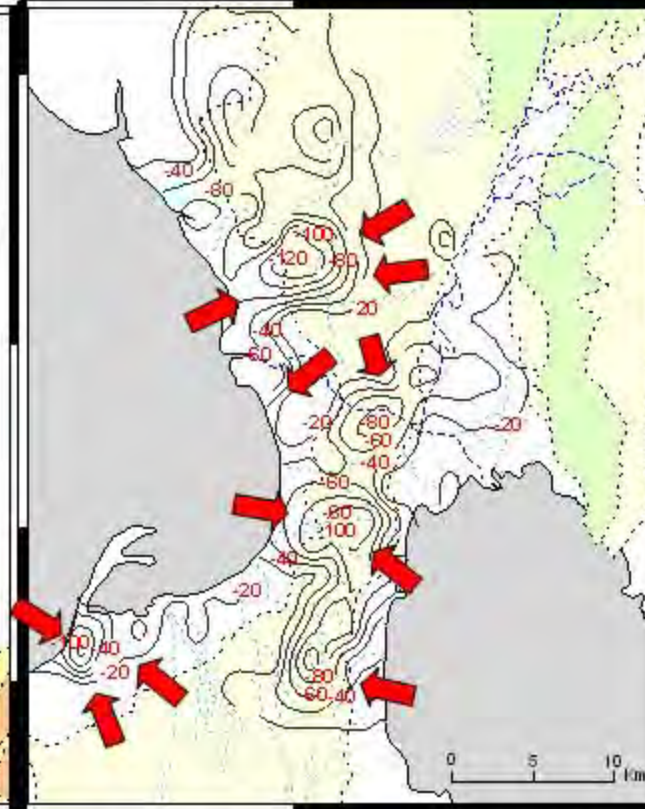
← 地温と土壤の酸化還元特性
(含水率)

調査済み各都市の地質と地下水動態

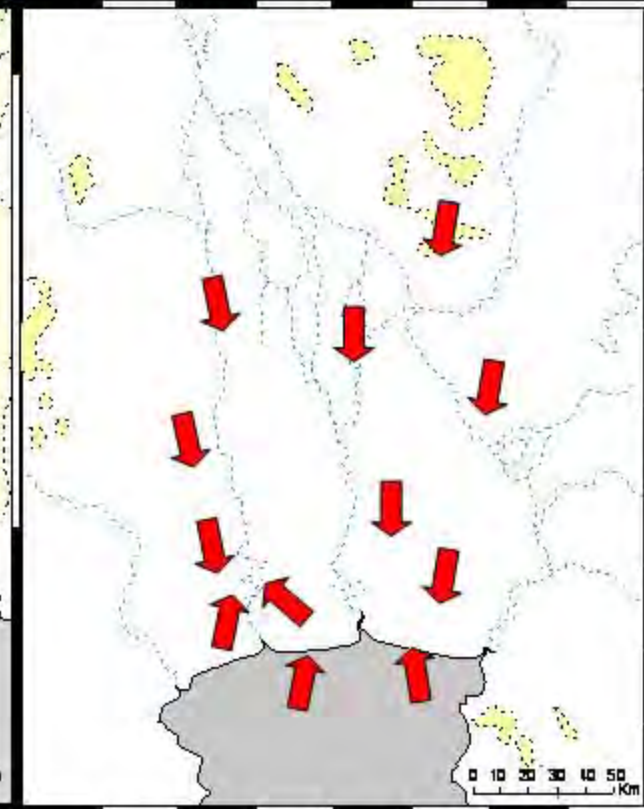
Jakarta



Manila



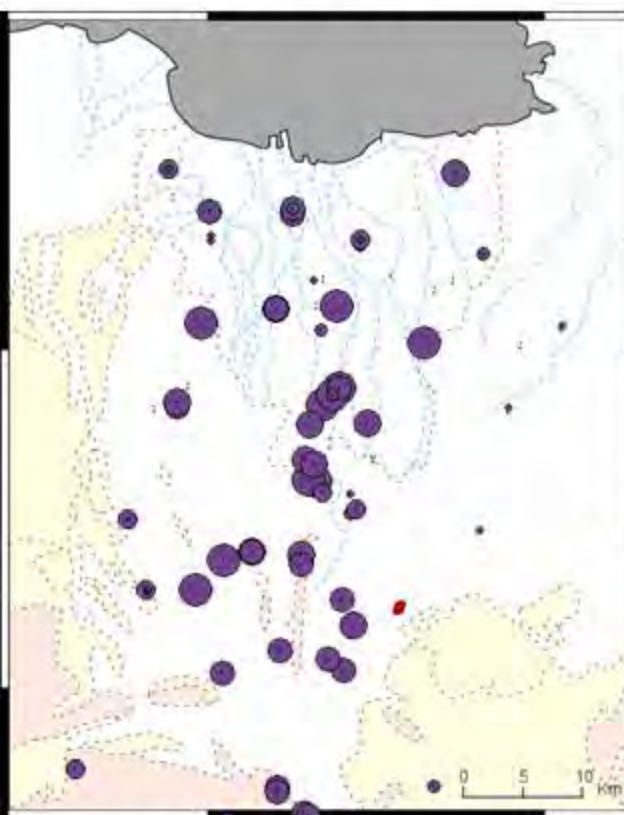
Bangkok



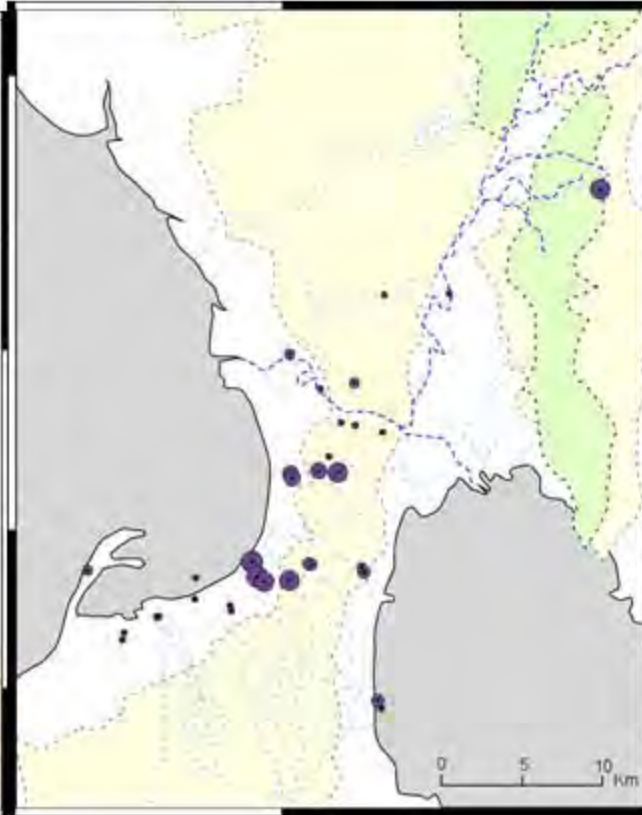
(2004 CEST via Fernando)

各都市の浅層・深層の[NO₃-] mg-N/L 分布

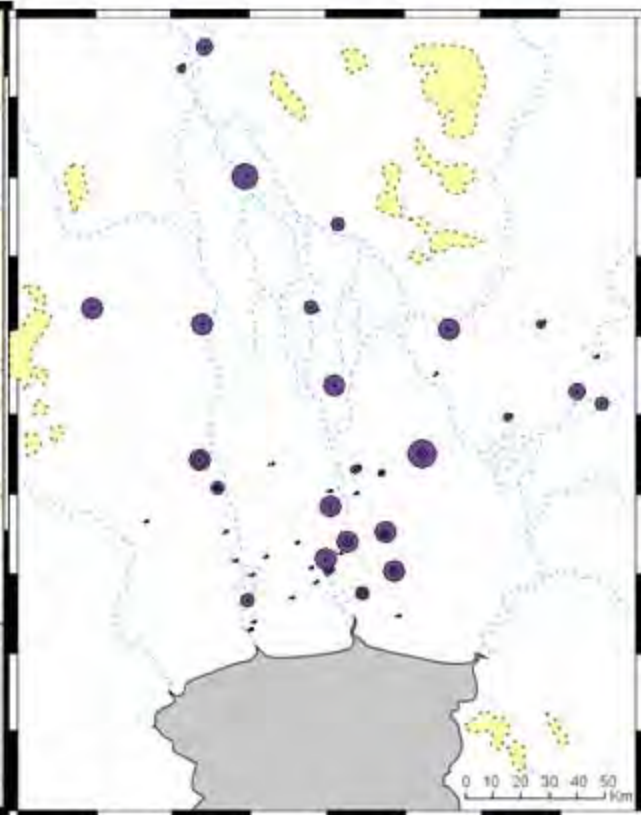
Jakarta



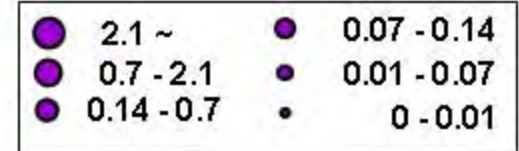
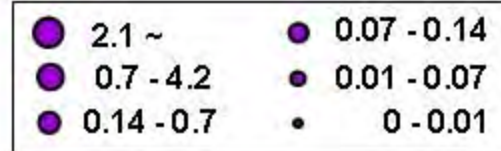
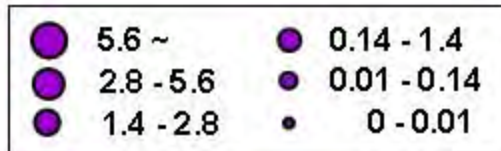
Manila



Bangkok

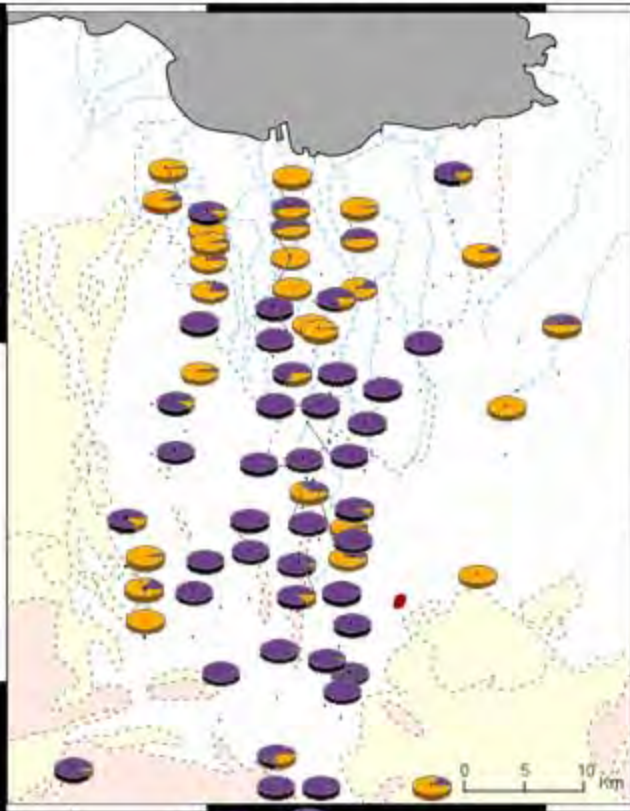


浅層&深層

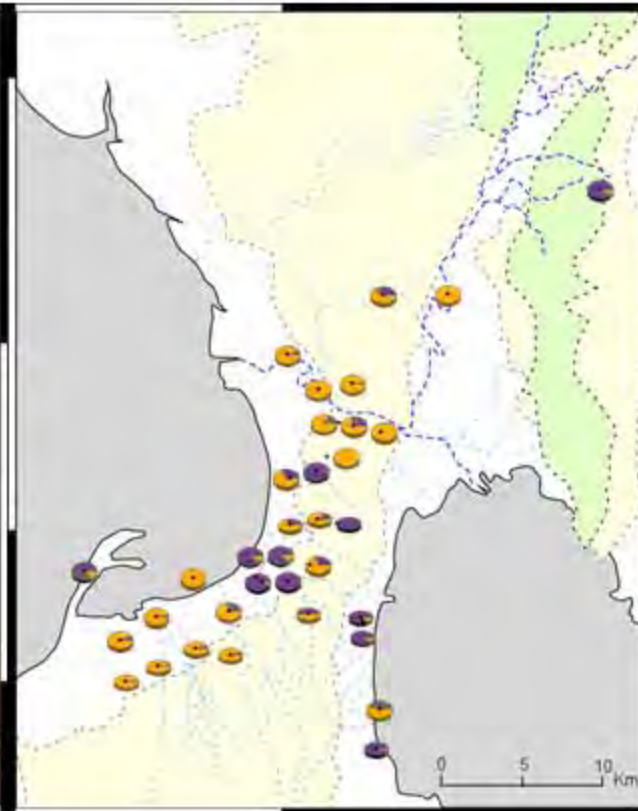


各都市の浅層・深層の[NO₃-] / [NH₄⁺]分布

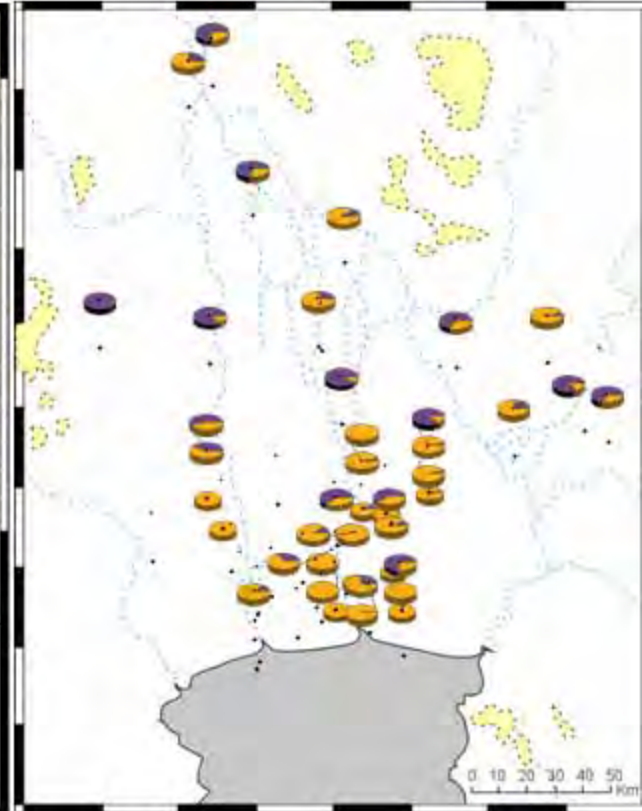
Jakarta



Manila



Bangkok



浅層&深層

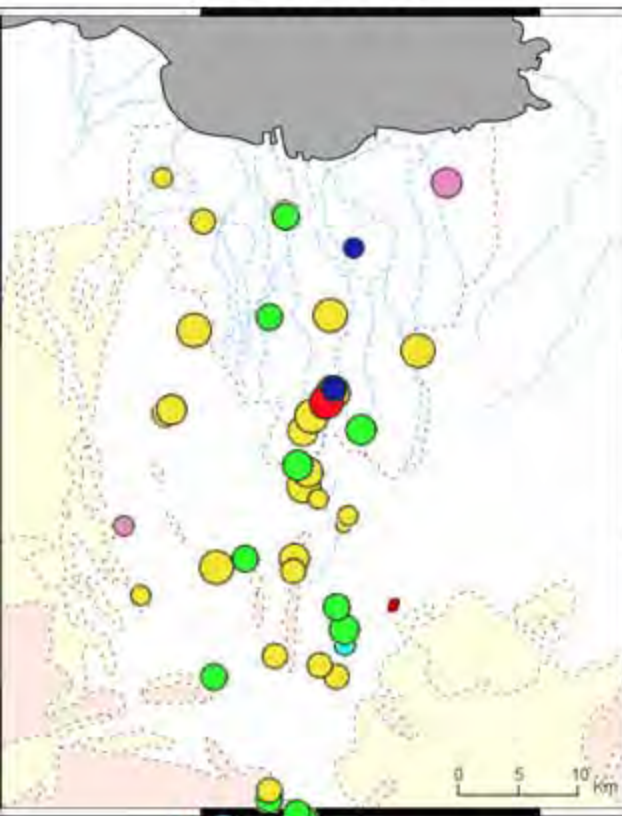
Nitrate



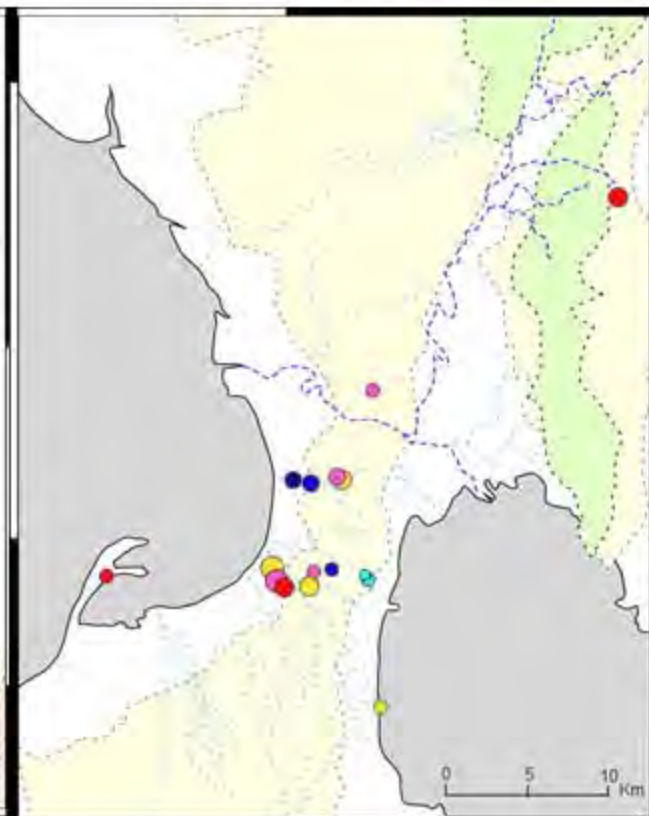
Ammonium

各都市の浅層・深層の[NO₃⁻]と δ¹⁵N値の分布

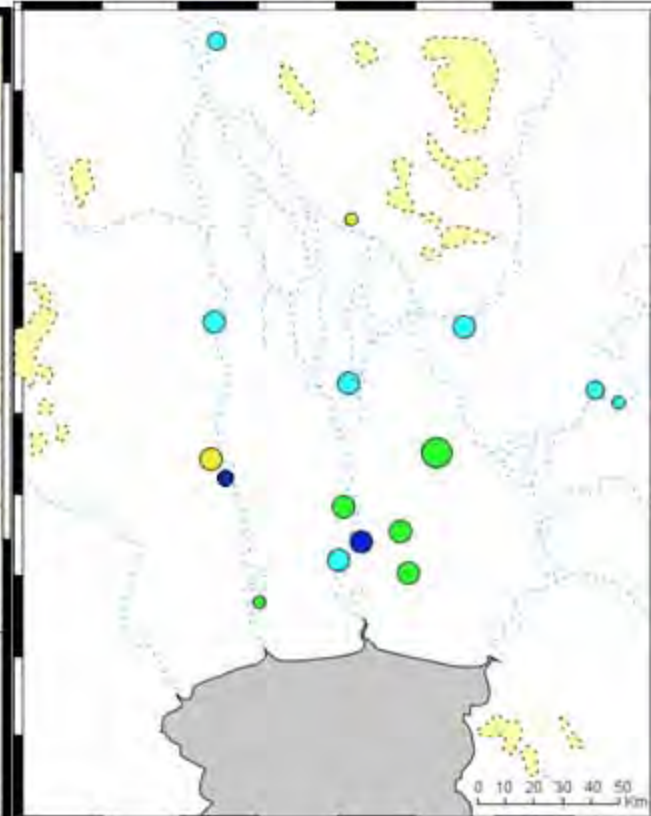
Jakarta



Manila

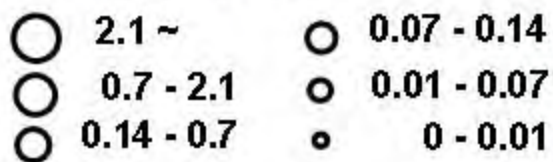


Bangkok



浅層&深層

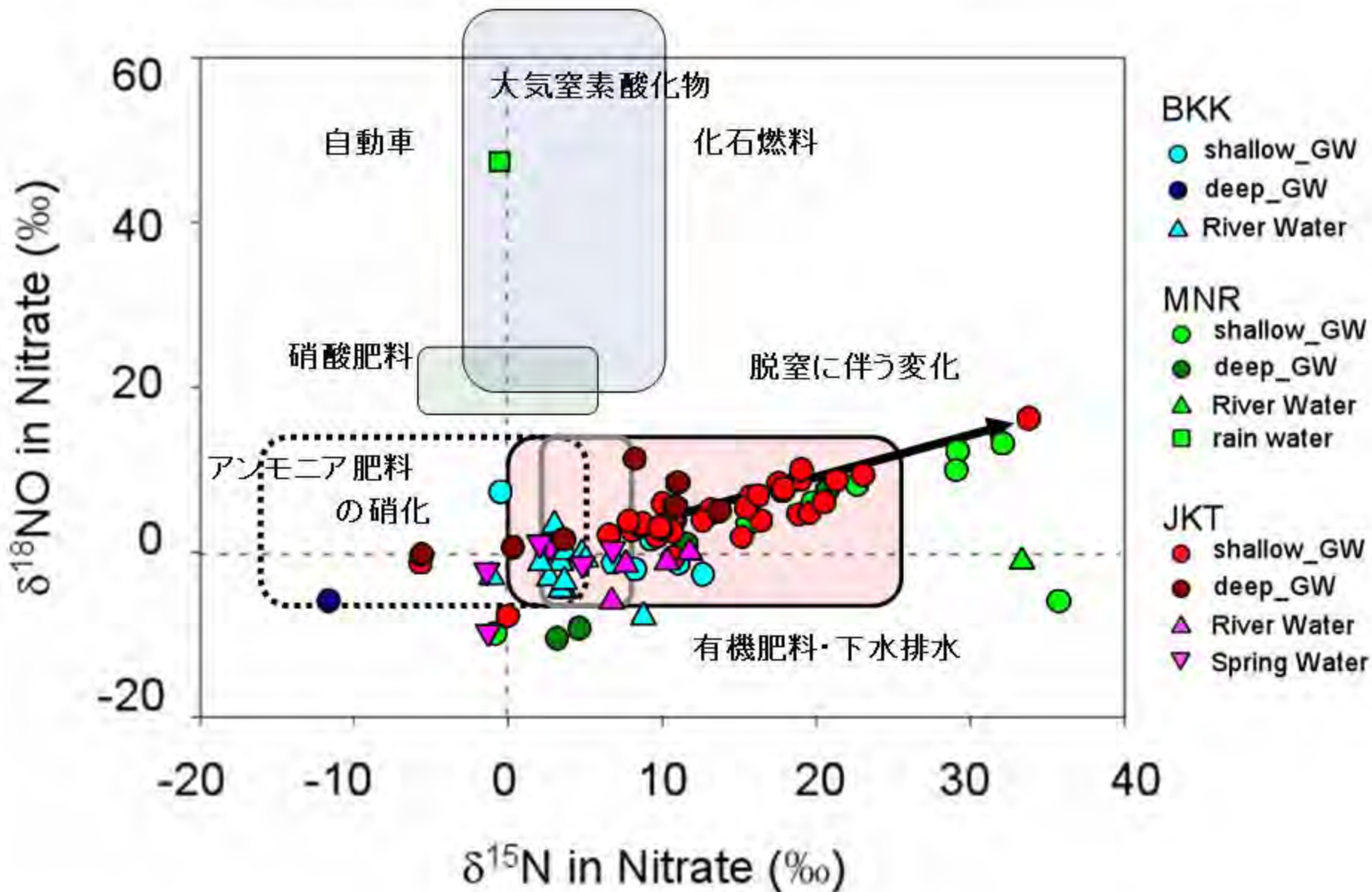
NO₃⁻ [mg-N]



δ¹⁵N [‰]



各都市の地下水・河川水中の硝酸の $\delta^{15}\text{N}$ ・ $\delta^{18}\text{O}$ 値



現在のデータのみからの結論

- どの地域でも、都市部では、屎尿由来のアンモニアが硝化を受けずに、還元的環境下でそのまま保持されているように見える。
- バンコクやジャカルタでは、硝酸汚染の起源に占める屎尿排水の割合が、この数十年で増加していることが示唆される。
- 地下環境で、脱窒によって、かなりの量の硝酸が除去されている可能性が示唆される(起源の違いに因る可能性もあるので、確定ではない)。
- 大気由来窒素酸化物の影響は見られない。

今後の展開（他のSGへの要望）

物質班

- ・ Excess-N₂ (N₂/Ar), DOの測定（脱窒の寄与）
- ・ バンコク（乾季）、ソウル（乾季）、ジャカルタ（雨季）、台北（雨季）、大阪（経年）で、鉛直・水平的に密な採水

水班

- ・ 地下水流動と年代の特定

都市・社会班

- ・ 人口・土地利用や下水普及率の時空間変化との比較
- ・ NO_xやSO_xの排出モデルと、雨水データの比較
- ・ 各種排出規制と住民環境意識の違い