

地球研谷口P「都市の地下環境に残る人間活動の影響」全体会議

アジア諸都市の地下物質環境

小野寺真一(広島大・総合科学部)



- +いくつかの研究レビュー
- +興味深いテーマ
- +方向性

アジアの都市の特徴

Table 2

Distribution of cities with more than one million residents in coastal and non-coastal areas, 1995^a

	Number of cities					
	1 million to 10 million residents			More than 10 million residents		
	Coastal	Non-coastal	% of coastal city	Coastal	Non-coastal	% of coastal city
World	108	159	40	6	2	75
Asia	59	88	40	5	1	83
Africa	13	14	48	0	0	—
America	19	22	55	1	1	50
Europe	12	35		0	0	
Oceania	5	0	100	0	0	
Contribution of Asia to world	55%	55%		83%	50%	

^aSource: [2].

- アジアの大都市(1000万人);沿岸に多い

都市化と物質移動

- 汚染物質の負荷
 - 負荷(物質)過程(都市化にともなう)の変化
 - 降水成分の変化
- 地下水流動の変化
 - 移動速度の変化
 - 混合過程(海水等)の変化
- 温度環境の変化
 - 化学反応速度の変化
 - 海洋環境(富栄養化)との関連

目的(プロジェクト)

→都市化にともなう流域の物質移動の変化

物質循環の変化

汚染物質の負荷増

水文過程の変動

+地下水水質;滞留時間、窒素の形態変化

+土壌中の吸着態成分;より長い時間保存

→各化学情報の指標化が必要

@海洋の富栄養化機構の解明(個人的)

陸域の影響評価;

最近100年が議論の中心→1000年

1) 地下水の水質指標

環境復元に向けて;

① 時間軸をどのように入れるか？

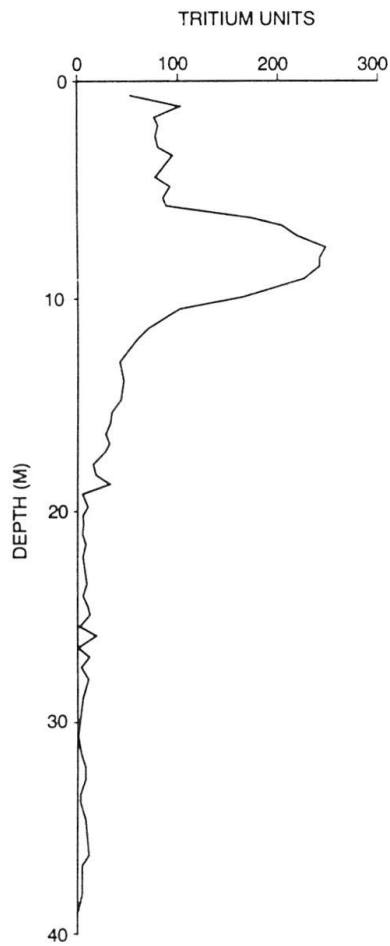
滞留時間トレーサー

トリチウム(水素の放射性同位体)

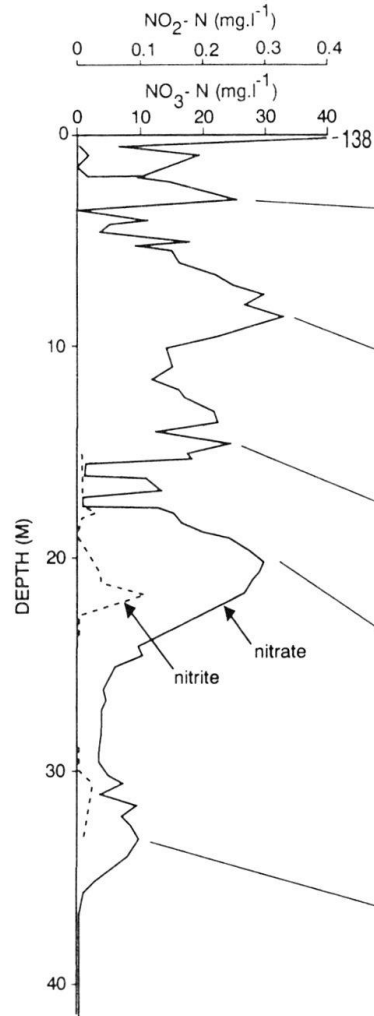
フロン濃度

② 汚染環境の指標をどのように入れるか？

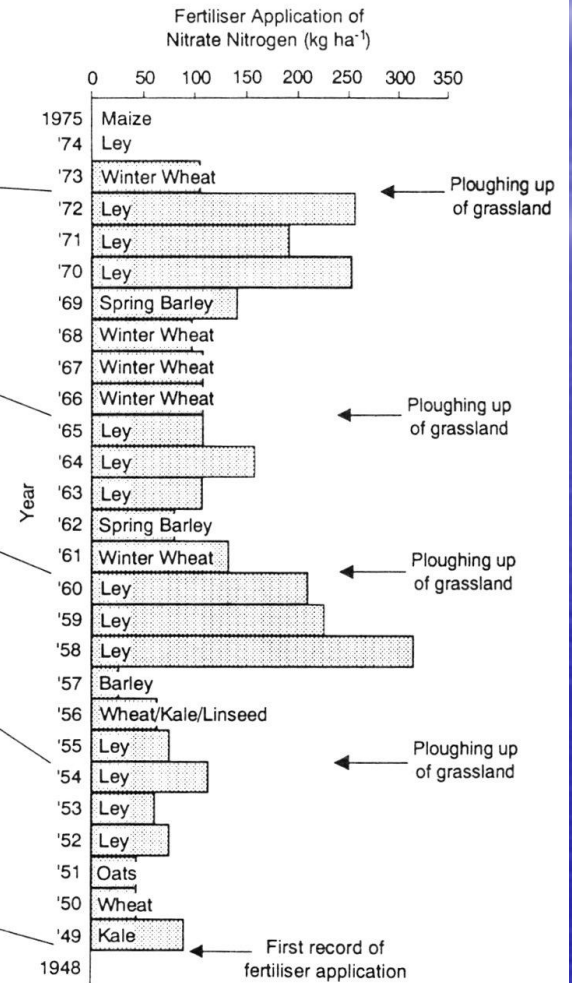
窒素濃度、N同位体、N-Ar



(a)



(b)



(c)

(Burt et al.1993)

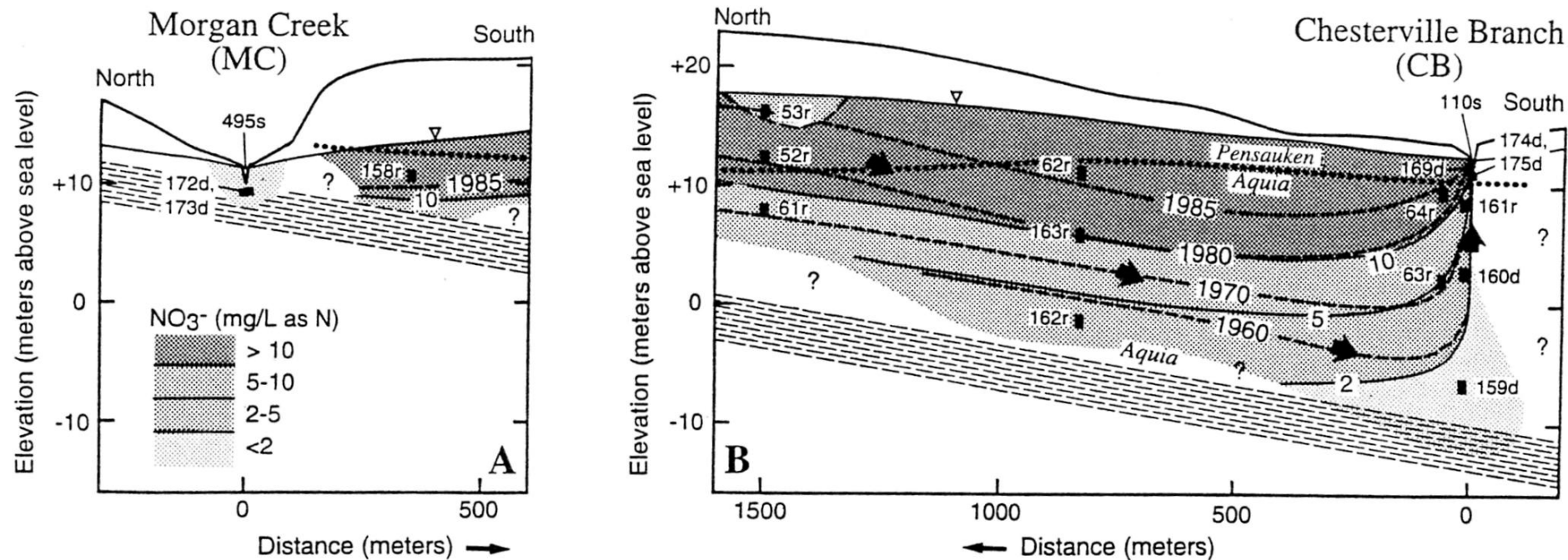
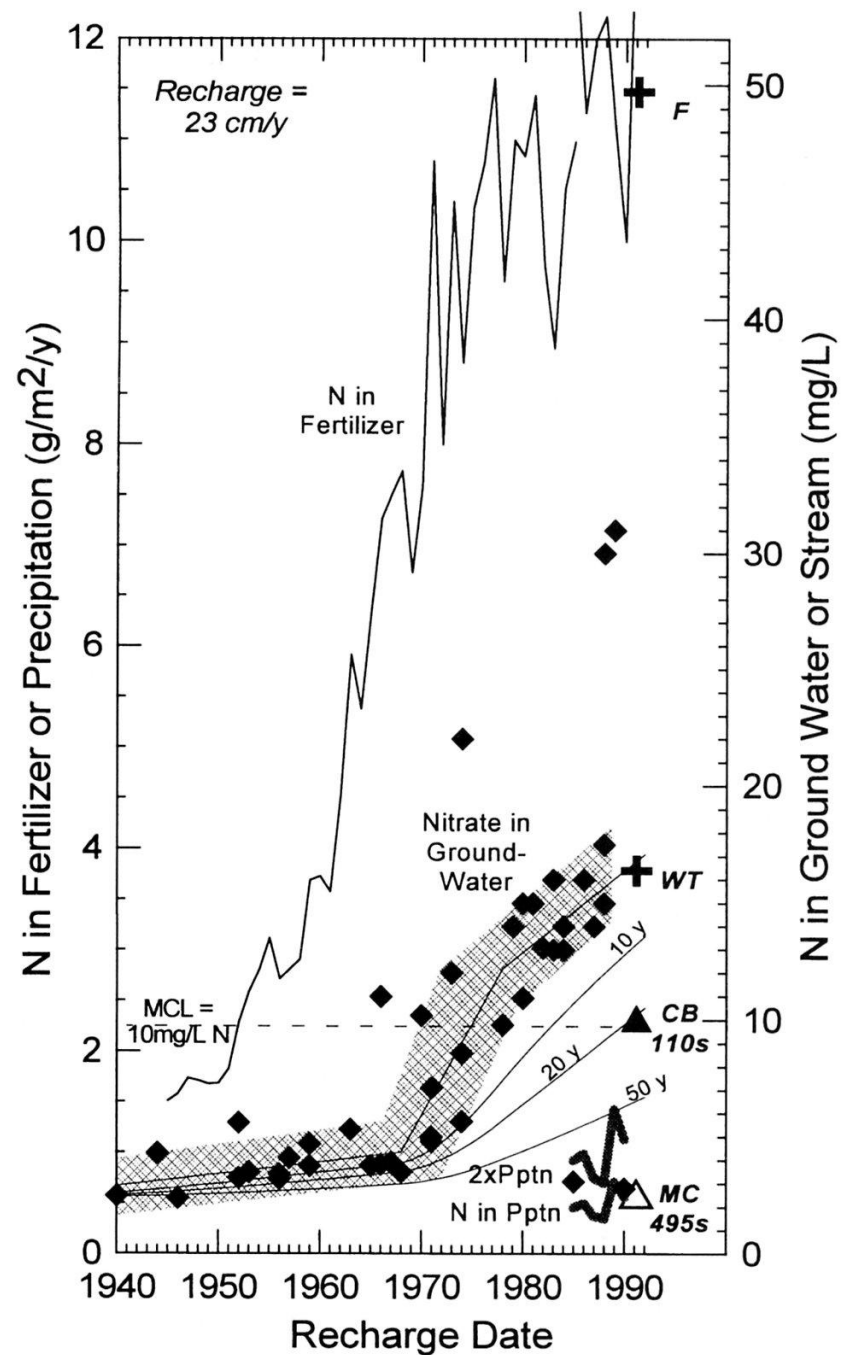


Figure 3. Representative vertical sections adjacent to Chesterville Branch and Morgan Creek (the locations of the sections are shown in Figure 1). Contours are given for CFC model recharge dates and NO₃⁻ concentrations. Figure 3b is modified from *Dunkle et al.* [1993] with additional data in the discharge area (Tables 1 and 2 of this study); thick arrows indicate approximate groundwater flow directions [see *Reilly et al.*, 1994]; anomalously low NO₃⁻ at site 53r may be due to road runoff.

地下水への涵養時期と汚染物質の地下水流動にともなう変化

Bolke & Denver(1995)



2) 土壌の化学性指標

環境復元に向けて;

①時間軸をどのように入れるか？

→イベントトレーサー

海洋堆積、海進、

汚染物質負荷(70年代)

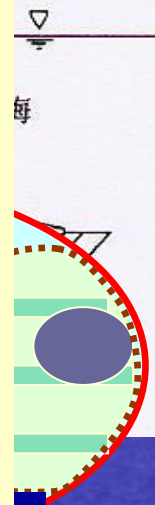
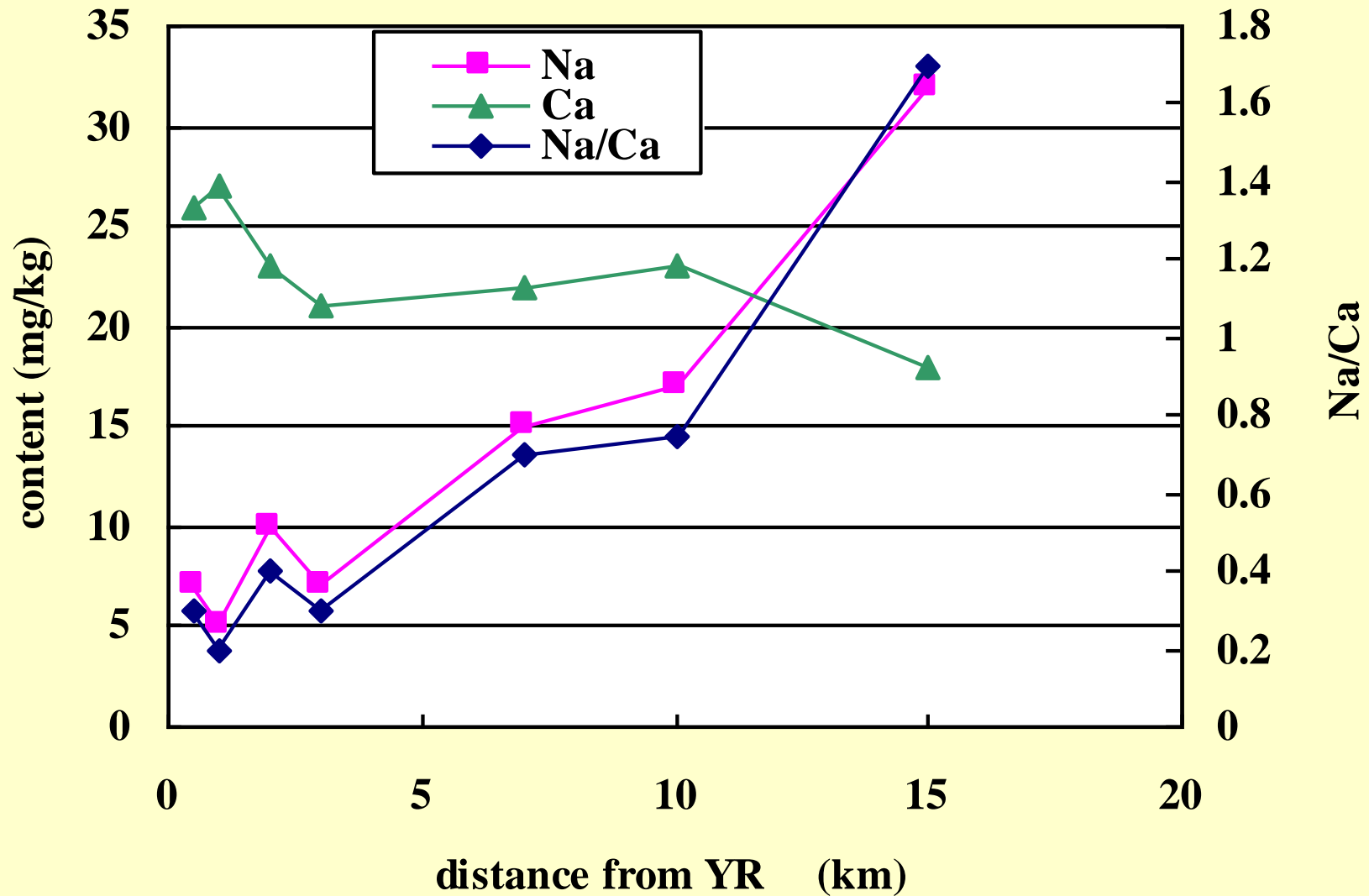
②汚染環境の指標をどのように入れる？

重金属、などの陽イオン交換反応

堆積後の環境指標

→ 間隙水・吸着成分の交換

高程(m) 1934年岸线 1976年岸线 1980年岸线 1988年岸线



黄

Driscole et al., 1994

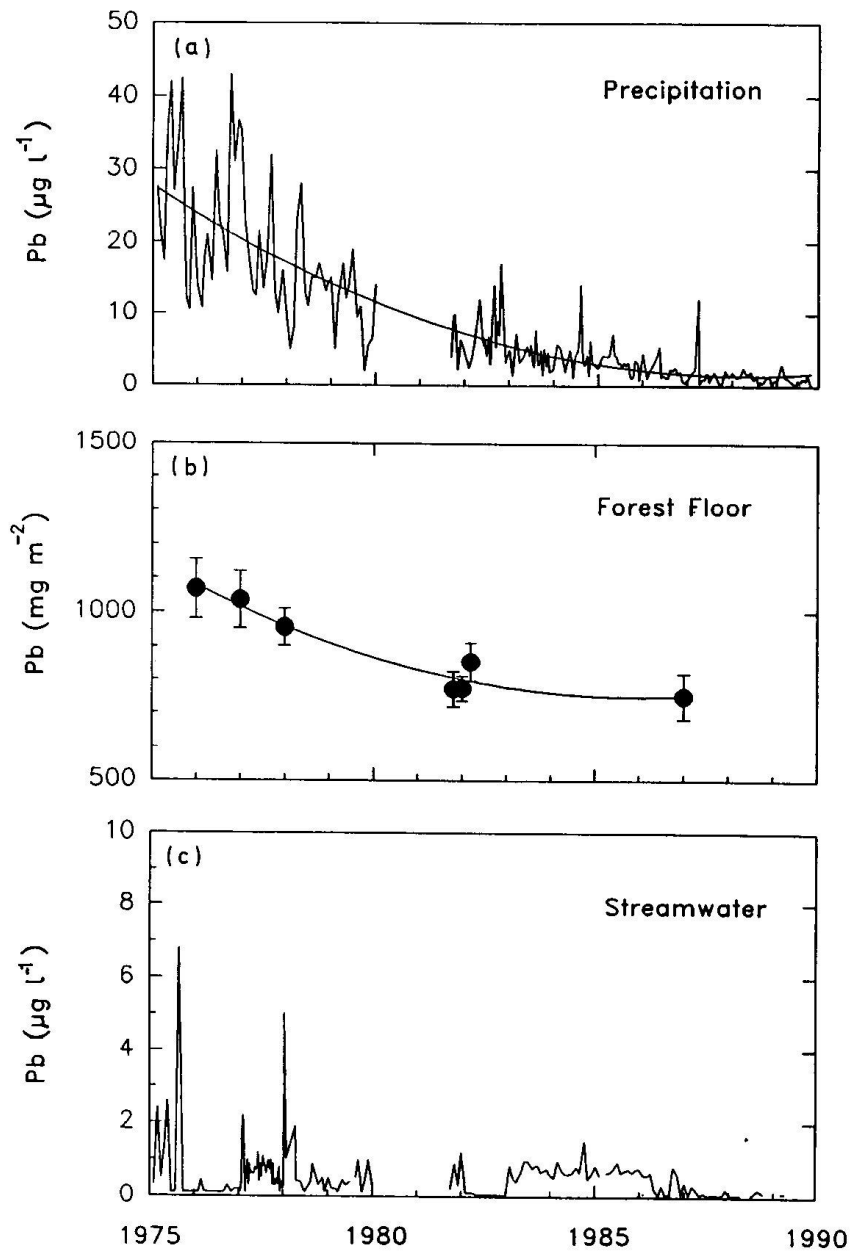


Figure 13.8 Temporal patterns of the concentration of Pb in the biogeochemical reference watershed at the Hubbard Brook Experimental Forest, NH: (a) bulk precipitation; (b) the forest floor; (c) streamwater.

アジアの問題

Table 13

Air pollution: comparison between developing countries of Asia and developed countries^a

	Population (million)	Mean annual TSP ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Mean annual SO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Mean annual NO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
<i>Megacity in Asia (developing country)</i>				
Beijing	11.30	377 ^b (1995)	90 ^c (1995)	122 ^b (1995)
Tianjin	9.42	306 ^b (1995)	82 ^c (1995)	50 (1995)
Shanghai	13.58	246 ^b (1995)	53 ^c (1995)	73 ^c (1995)
Bombay	15.14	240 ^b (1994)	33 (1994)	39 (1994)
Jakarta	8.62	271 ^b (1990)	No data	No data
Manila	9.29	200 ^b (1995)	33 (1993)	No data
<i>Megacity in developed country</i>				
Osaka	10.61	43 (1993)	19 (1994)	63 ^c (1994)
Tokyo	26.96	49 (1993)	18 (1995)	68 ^c (1995)
Paris	9.52	14 (1994)	14 (1994)	57 ^c (1994)
New York	16.33	No data	26 (1995)	79 ^c (1995)
Los Angeles	12.41	No data	9 (1995)	73 ^c (1995)

^aSource: [3].

^bLevel is more than double WHO guidelines.

^cLevel exceeds WHO guidelines.

河川;N

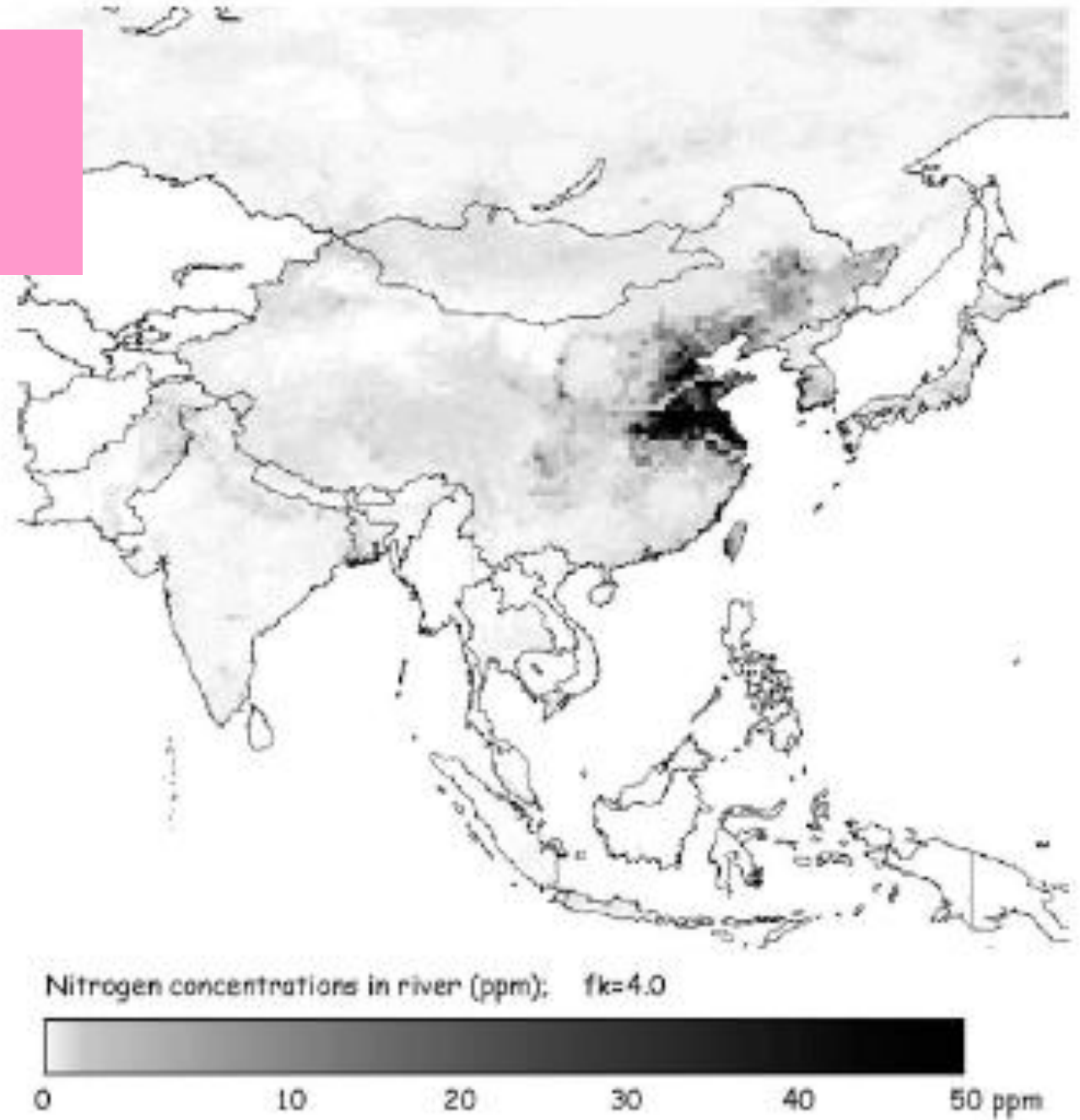


Fig. 8. Estimated nitrogen concentration (ppm) in river water when $k_{per,20} = 3.0$.

重金属污染

Table 17

Heavy metals of bottom sediments in Victoria Harbor, Hong Kong^a

	Heavy metals of bottom sediments (mg/kg/dry solid)
Chromium	119
Zinc	225
Copper	870
Nickel	52
lead	71
Mercury	0.23

^aSource: [14].

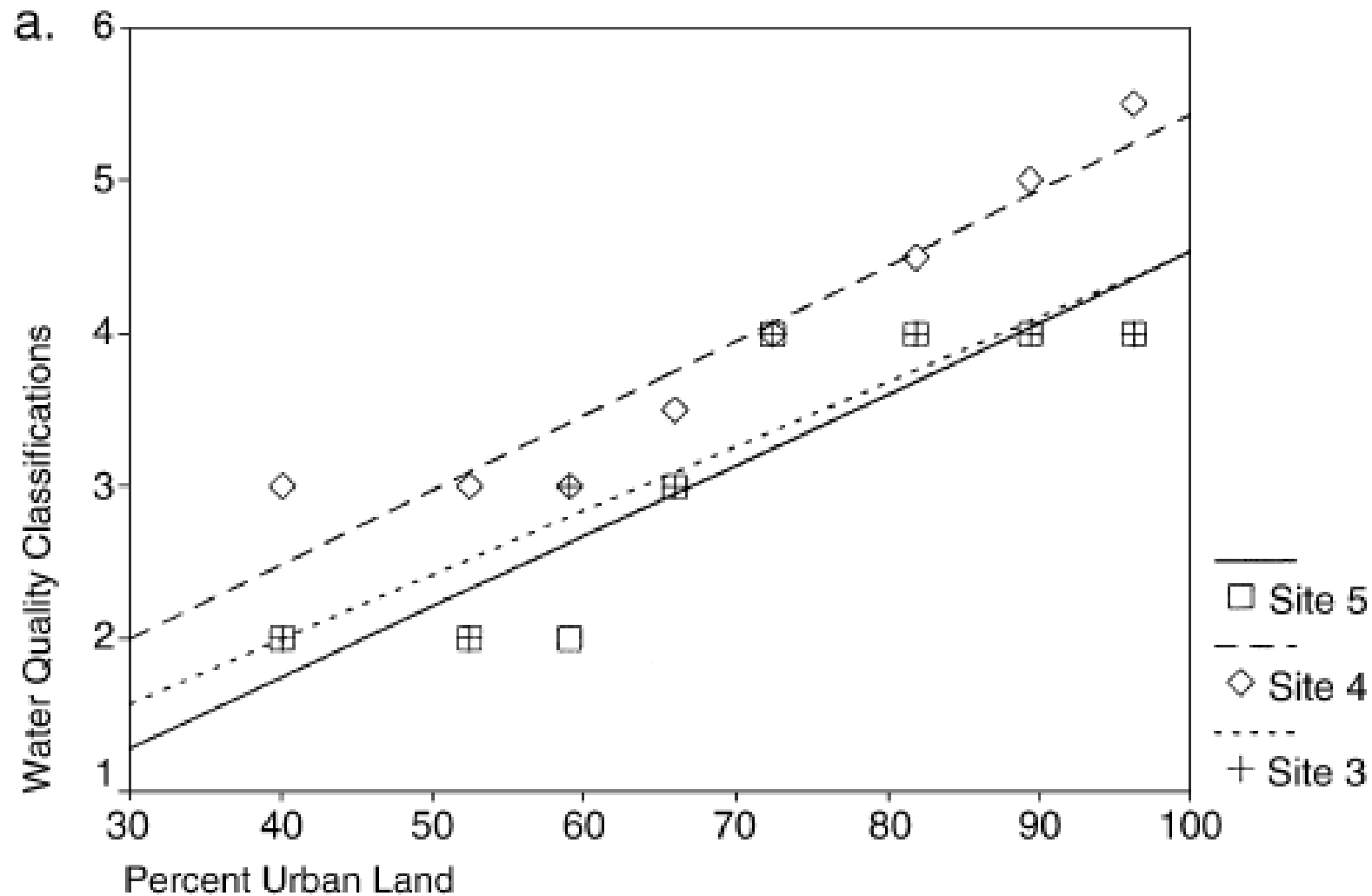
アジアの問題



Ren et al.
2003

上海での調査

Fig. 1. Shanghai city-region illustrating the city proper and the water quality sampling sites.



都市化にともない水質は悪化(上海)

富栄養化

香港

Morton & Blackmore, 2001

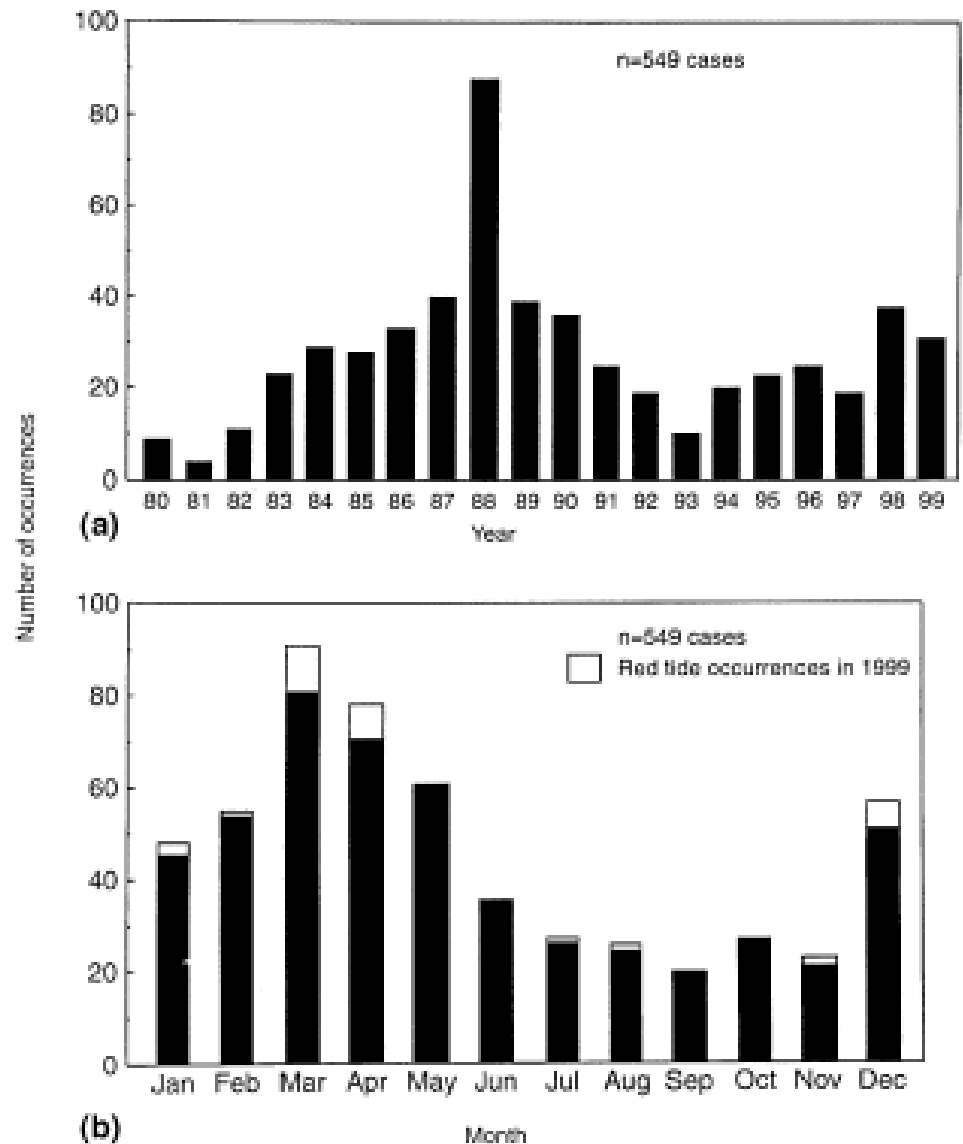


Fig. 10 Histograms showing: (a) the yearly distribution of red tide occurrences over the period 1980–1999 in Hong Kong and (b) the seasonality of red tide occurrences in Hong Kong (Information courtesy of the Environmental Protection Department of Hong Kong, Hong Kong SAR Government, Hong Kong China).

調査対象

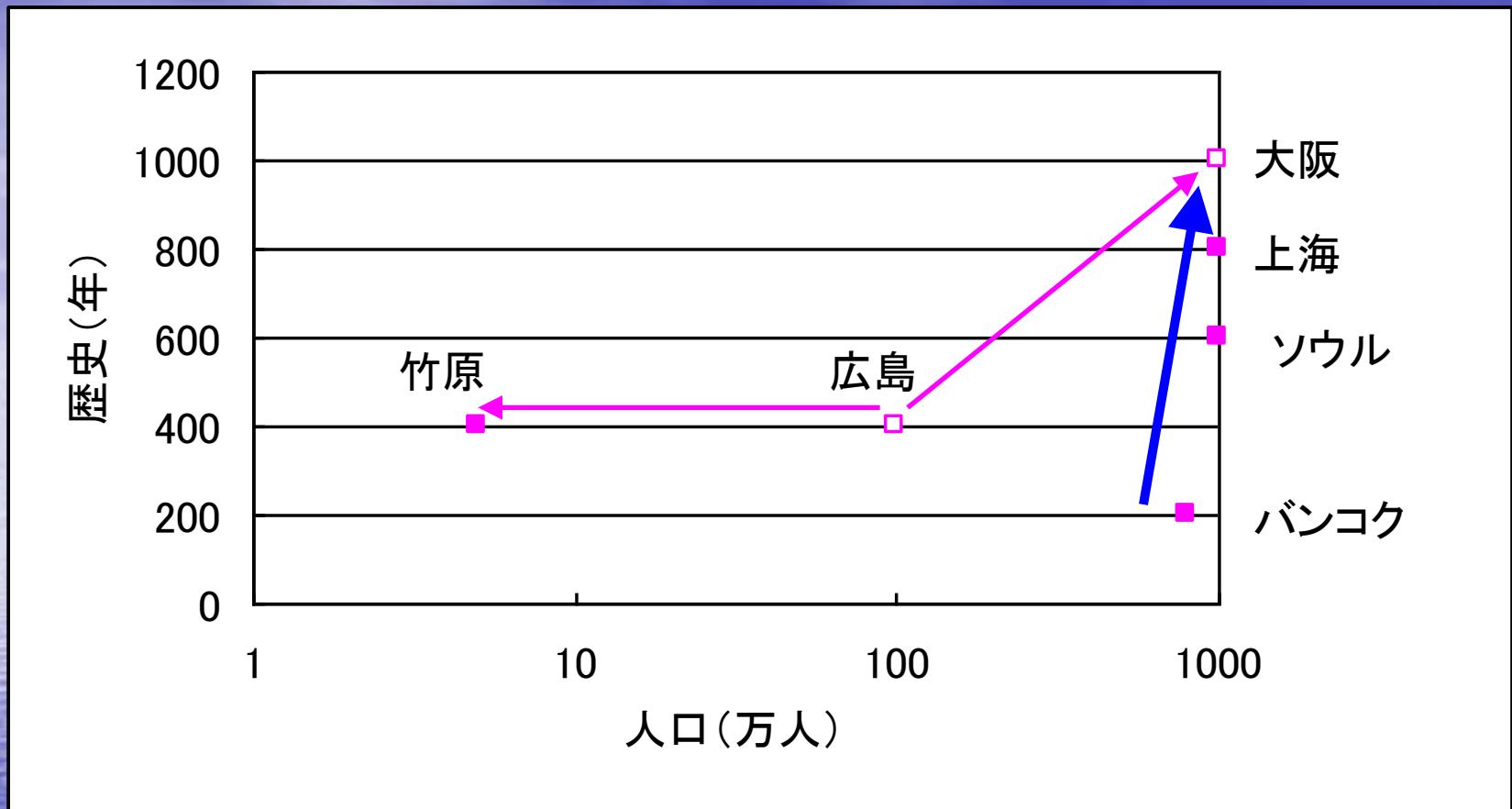
初期モデル構築のための中心的な試験地域

; 瀬戸内海沿岸

; 都市規模、歴史の違いに注目、いずれも内湾
都市

@古代都市→近代都市

有機物 → 無機肥料、大気汚染、重金属



瀬戸内海エリア; 下水道
都市規模、歴史

アジア都市; 歴史

アジア諸都市の人口増加率

Table 4

Population growth of megacities in 1995 in Asia and the East Asian Seas (EAS) region^a

Megacity		Population ($\times 10^3$)			Times	
		1950	1995	2015	1950–1995 (45 yr)	1995–2015 (20 yr)
Bangladesh	Dhaka	420	8545	19,486	20.3	2.3
China	Beijing	3913	11,299	15,572	2.9	1.4
	Shanghai ^b	5333	13,584	17,969	2.6	1.3
	Tianjin ^b	2374	9415	13,530	4.0	1.4
India	Bombay ^b	2901	15,138	26,218	5.2	1.7
	Calcutta	4446	11,923	17,305	2.7	1.5
Indonesia	Jakarta ^b	1452	8621	13,923	6.0	1.6
Japan	Tokyo ^b	6920	26,959	28,887	3.9	1.1
	Osaka ^b	4147	10,609	10,609	2.6	0
Korea, Rep	Seoul	1021	11,609	12,980	11.4	1.1
Pakistan	Karachi	1028	9733	19,377	9.5	2.0
Philippines	Manila ^b	1544	9286	14,657	6.0	1.6

^aSource: [3].

^bCoastal city.

瀬戸内海エリア

- 大阪(1000年以上の歴史、現在1000万都市)
- 広島(400年の歴史、100万都市)
- 竹原(400年の歴史、5万都市)
 - 物質負荷の違い(下水道あり・なし)N
 - 大気降下物(重金属)

対照的な研究地域；国外

- バンコク；富栄養化内湾、歴史200年、人口800万)
- ソウル；富栄養化内湾、歴史600年、人口1000万
- 上海；歴史800年、人口1000万

方法

- 1.各都市における現在の地下水水質環境の探査
(地中レーダー及び既存の井戸の側水による)
- 2.現在の各都市における地下物質移動量の計測
(既存の井戸において地下水流向流速の測定、
溶存物質、滞留時間の決定)
- 3.過去の地下水水質環境の復元(沿岸域のボー
リング、コア採取、孔内水圧探査、孔内水の採水、
コア・水・ガスの各種化学分析)
- 4.数値モデルによる物質移動の復元

今年度の予定

- モデルケース研究(モデル計算);
 - 50年スケールの復元を目指す
 - 大阪(近代都市・歴史1000年)・広島(近代都市・歴史400年)・竹原(旧都市・歴史400年)の3都市;
 - 都市の形成時期と、物質負荷過程の違いを復元
- 地下物質情報の確認(現地調査)
 - まず、100年スケールの復元
 - ;吸着性重金属
 - 窒素同位体
- アジア都市での可能性について;既存データ

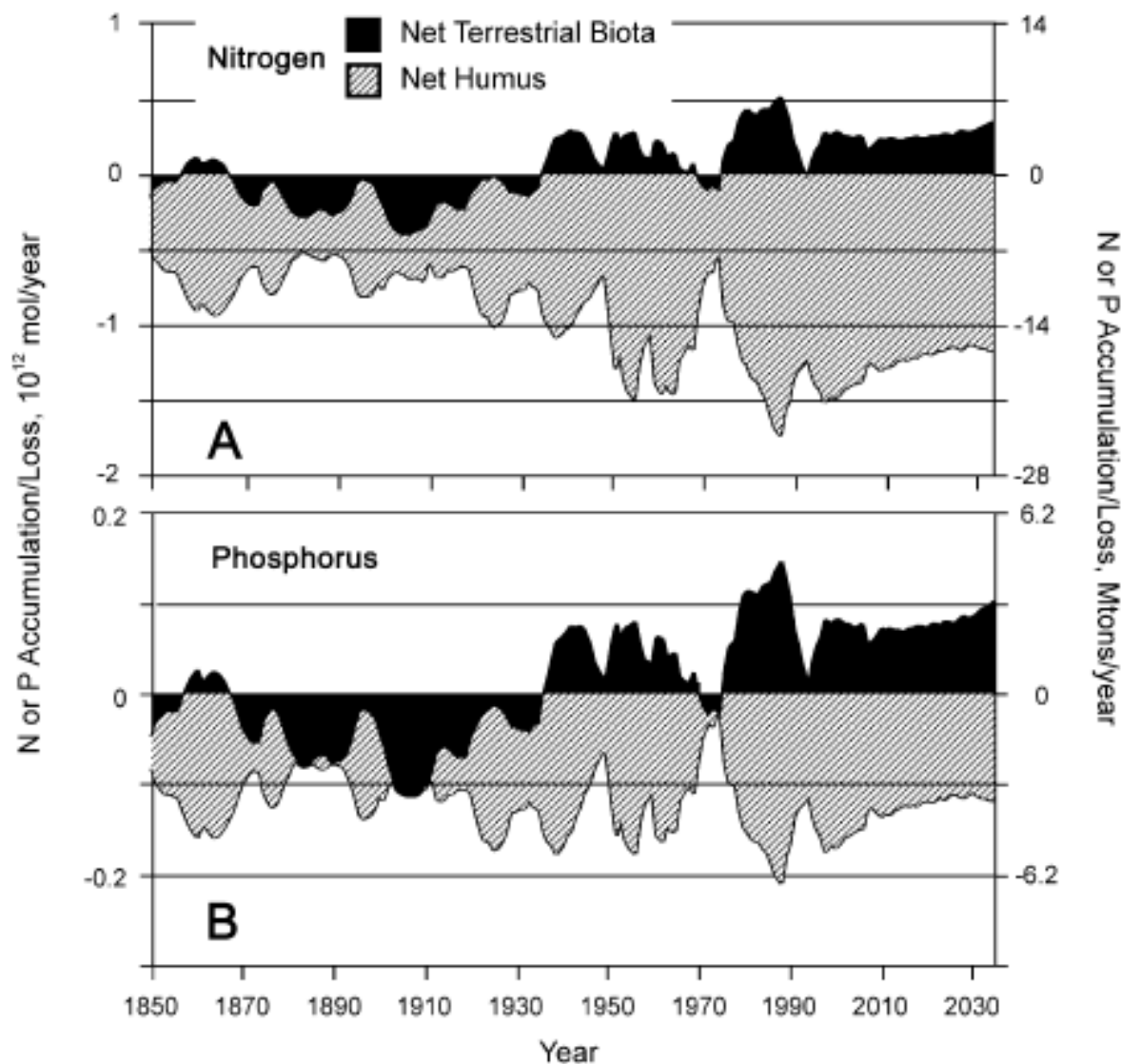


Fig. 3. The net accumulation (+) or loss (-) of (A) nitrogen and (B) phosphorus by the terrestrial organic reservoirs of living biota and humus for the period since 1850 to the present (2000) and projected to 2035 under the business-as-usual scenario, in units of 10^{12} mol/year and Mtons/year.

Horizon	Depth	pH	Exchangeable base Cation (meq/100g)	CEC (meq/100g)	Base saturation (%)
A	0 - 1.5cm	5.06	0.14	10.35	1.4
B	1.5 - 15cm	4.87	0.038	6.36	0.6
C	15cm -	4.62	0.028	4.51	0.6

Horizon	Depth	pH	Adsorbed Mn (meq/100g)	Adsorbed Zn (meq/100g)
A	0 - 1.5cm	5.06	0.14	0.00
B	1.5 - 15cm	4.87	0.05	0.00
C	15cm -	4.62	0.05	0.00

ポスターの前で議論してください

地下水・土壌の世界；目に見えない
だから、おもしろい・・・

夜も！



地理学会秋季大会(広島)

「瀬戸内海の環境保全と物質循環」
(仮題)

シンポジウムを予定中

分理融合の議論を

是非広島大会へ参加してください。