

臍帯中メチル水銀濃度の 地理的及び時系列的変動に関する 環境疫学

69年12月以降と汚染区域外という
メチル水銀汚染の
限界の存在についての考察

臍帯中メチル水銀濃度とは

- 妊娠中のメチル水銀曝露
 - ⇒ 胎盤通過 ⇒ 胎児に蓄積＝臍帯中メチル水銀濃度
 - ⇒ 母児のメチル水銀の曝露量の指標
- 我が子の九死に一生をとする場合臍の緒を飲ませると一度は必ず治るといふ言い伝え
 - ⇒ 臍帯を保存する我が国の習慣
- 保存臍帯には出生年月日、出生地および性別などの時と場所を特定する情報を含むので、臍帯中の環境汚染物質の濃度から地理的・時系列的にその物質による環境汚染レベルの推定が可能

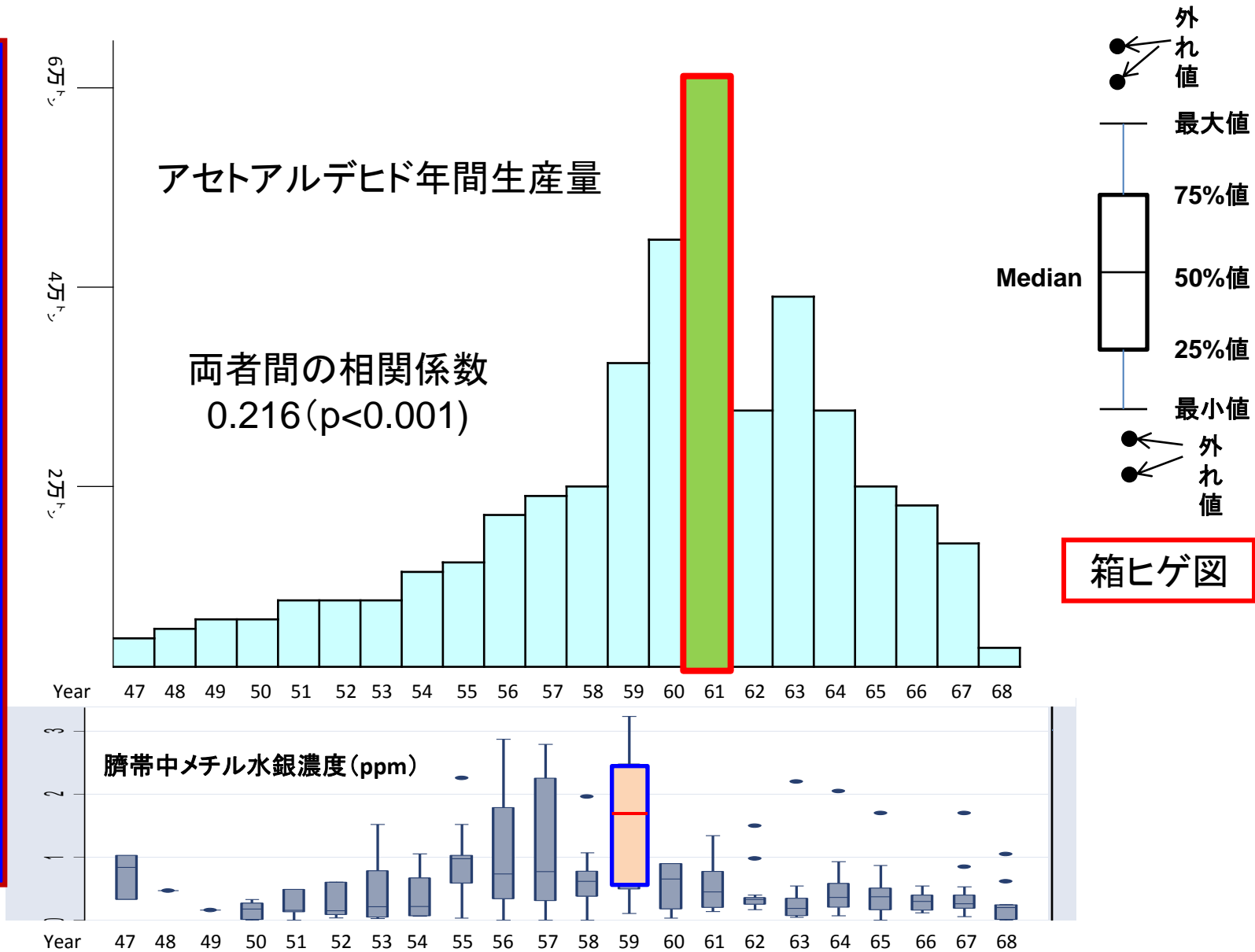
臍帯中メチル水銀濃度が語る

- 原田と頼藤(2009)が不知火海沿岸住民299名から提供された臍帯のメチル水銀濃度を「水俣学研究」創刊号に報告している
- 原田らは臍帯中メチル水銀濃度と胎児性水俣病(その臨床症状)との関係を丹念に調査することで、その値との関係が胎児におけるメチル水銀の潜在的な健康影響を明らかにするだろうとして、それらが世界的にも貴重なデータであると記している

目的

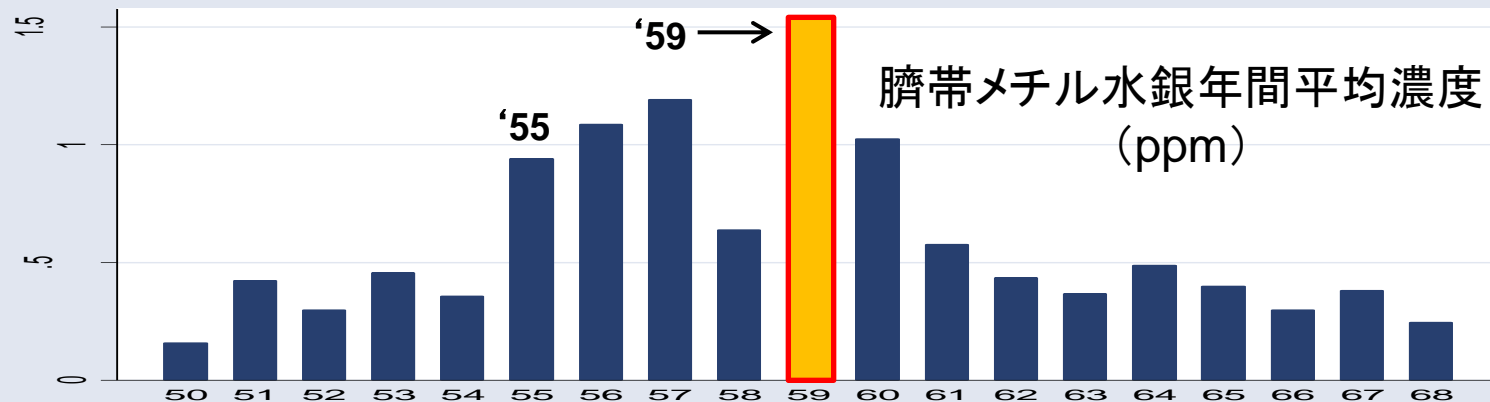
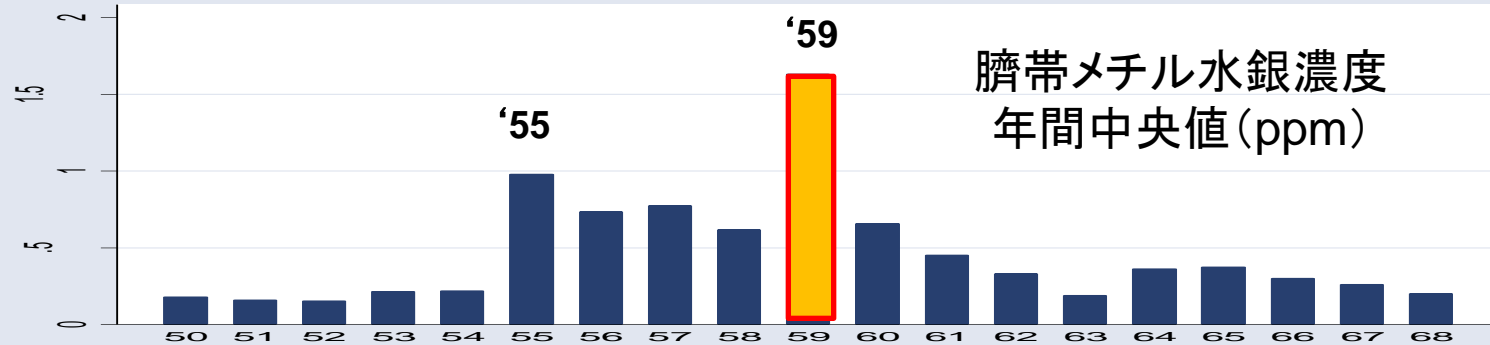
原田と頼藤は1933年から1980年までに出生した299人の保存臍帯のメチル水銀濃度を報告している。本研究では、その中から1947年から1980年までに水俣市、津奈木町・芦北(田浦)町および御所浦(以下、芦北3町と略す)、および出水市(離島を除いた)で出生した児、218人の臍帯中メチル水銀濃度を用い、不知火海のメチル水銀汚染レベルを地理的・時系列的に検討することを目的とした。

アセトアルデヒド年間生産量の最大年は61年(原因)
臍帯中メチル水銀濃度の最大年は59年(結果)
原因が結果に先行することは疫学的に矛盾



臍帯中メチル水銀濃度およびアセトアルデヒド年間生産量の経年変動

工場廃液だけがメチル水銀汚染源か？



CH₃CHO生産量と臍帯中メチル水銀濃度の時系列変動

臍帯中MeHgは工場廃液由来か

- アセトアルデヒド年間生産量と臍帯中MeHg濃度との間に正の相関関係がある

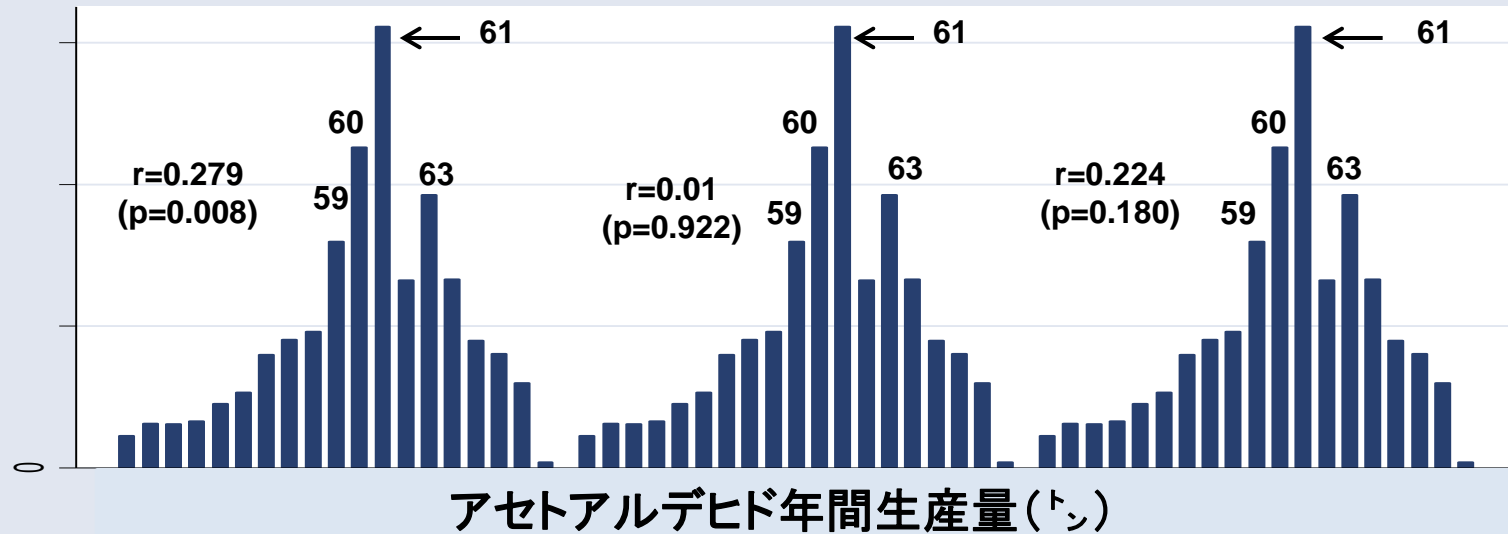
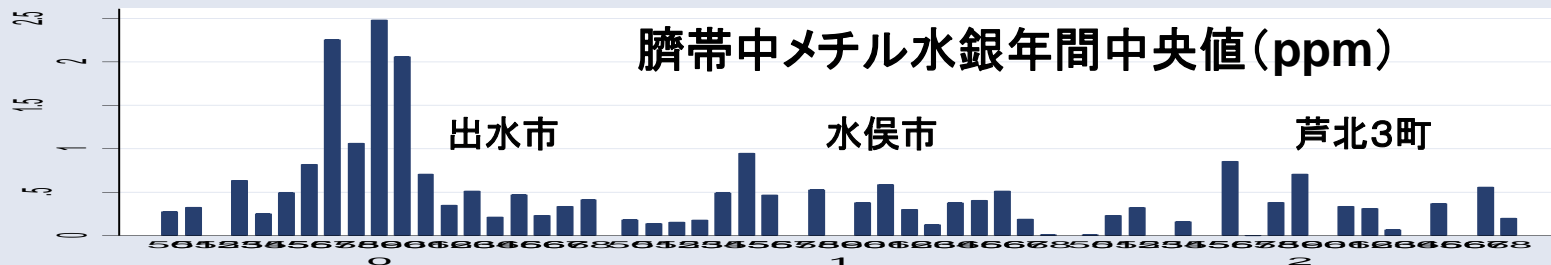
$r=0.216$ ($p<0.001$) ⇒ 必要条件に過ぎない

- **アセトアルデヒド**年間生産量のピークは**61年**であり、**臍帯中MeHg**濃度のピークは**59年**

疫学的には原因の先行性が得られていない

- 工場廃液の排水先は主に湾内の百間港であり、湾外の八幡残渣プールの使用は2年間
- 対象者の地理分布を無視している

臍帯中メチル水銀濃度の経年分布に地域差がある



CH₃CHO生産量と臍帯中メチル水銀濃度の地区別時系列変動

対象者の地理分布を考慮すると

- 出水市・水俣市・芦北3町の3地区別に臍帯MeHg濃度とアセトアルデヒド年間生産量との関係を見た。
- 工場廃液が直接排出された水俣湾を抱えた水俣市では両者に有意の相関関係は得られなかった。→ 水俣地先での漁獲規制が影響した？
- 出水市では両者間に有意の正相関関係があったが、工場廃液を原因とすると、原因の先行性は得られなかった。

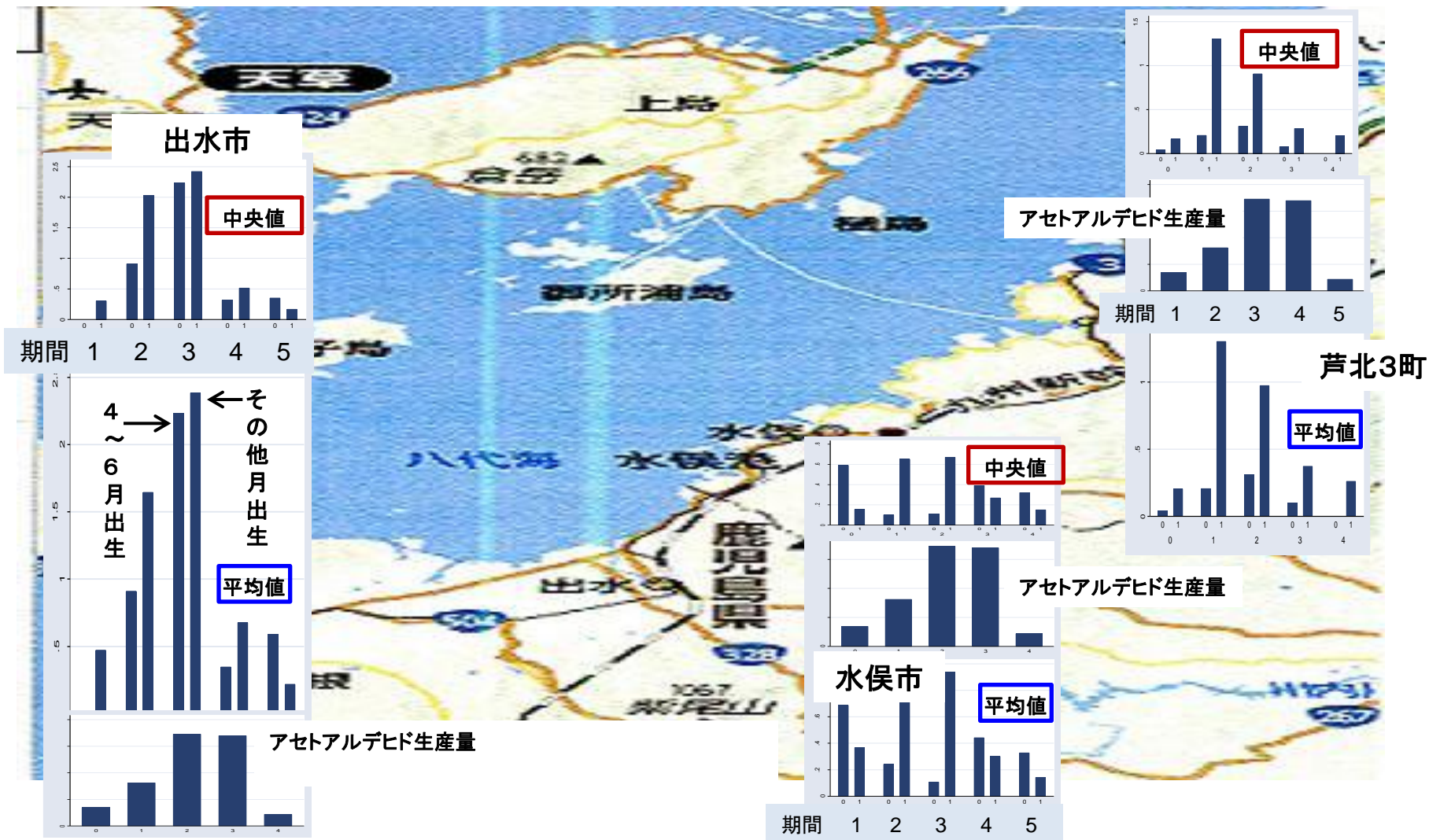
臍帯MeHgの地理的・時系列的解析

- 地理区分 出水市・水俣市・芦北3町の3区分
- 季節区分 4月～6月出生とその他月出生の2区分
- 期間区分 期間1から期間5の5区分

	排水先	水銀系農薬散布
• 期間1 ; 1947年～1955年6月	百間港	普及前
• 期間2 ; 1955年7月～1958年8月	百間港	普及後
• 期間3 ; 1958年9月～1960年8月	八幡プール	最盛期
• 期間4 ; 1960年9月～1966年6月	百間港	最盛期
• 期間5 ; 1966年7月～1980年	完全循環	*

*水銀系農薬に替えて**非水銀系農薬使用への勧告**

3地域・2季節・5期間別の CH₃CHO量とCord・Hg濃度の変動



臍帯中MeHg濃度に存在する季節差

- 臍帯中MeHg濃度に季節差がある。

$$\text{MeHg曝露量} = \text{摂食魚介類のMeHg濃度} \times \text{摂食量}$$

- 臍帯中MeHg濃度の期間別季節差の状況は3地区で共通ではない。

- 水俣市では **4～6月生 > その他月生**

原田・田尻(2009); 不知火海沿岸住民の**魚食量ピーク**は5～7月

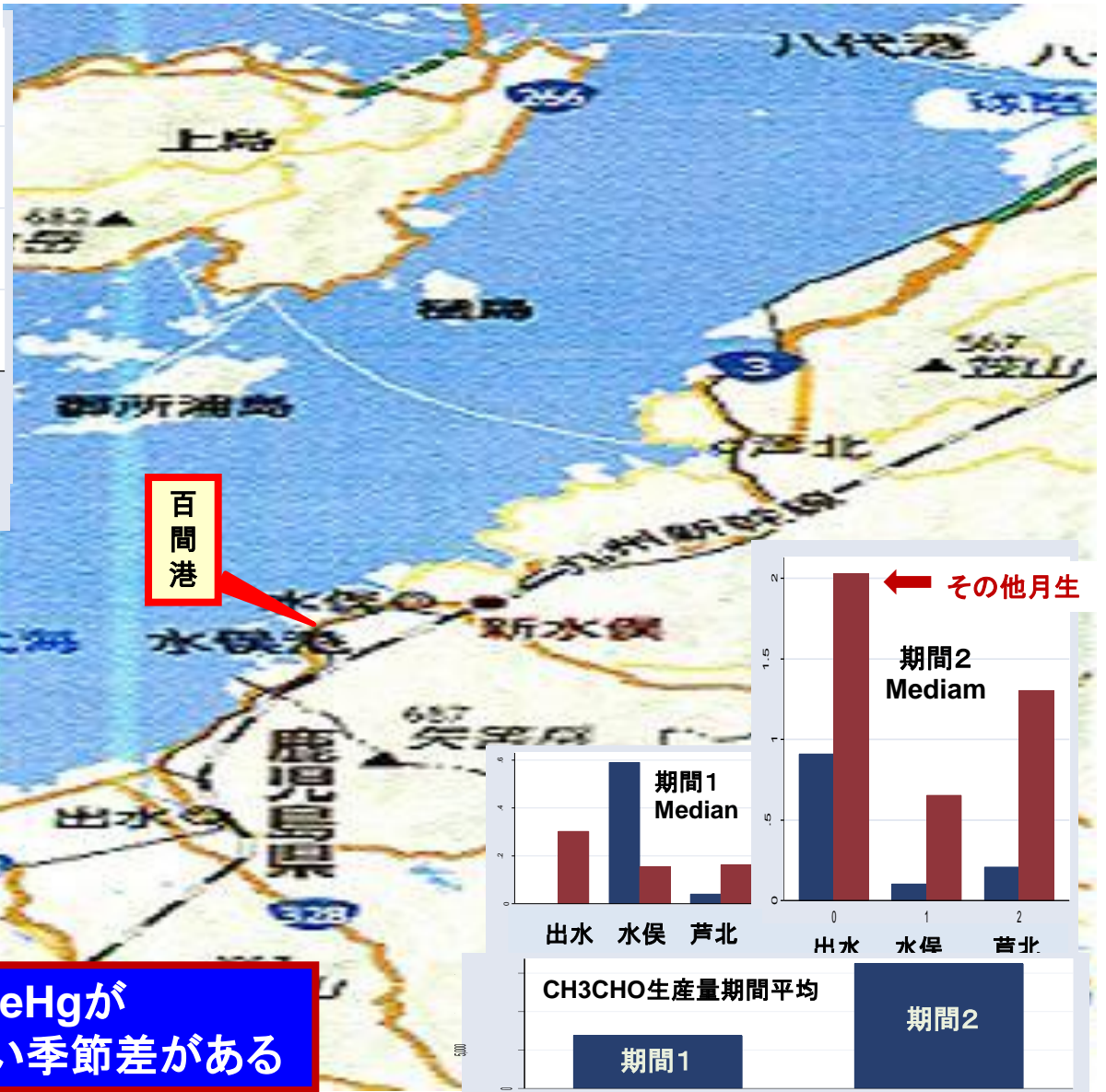
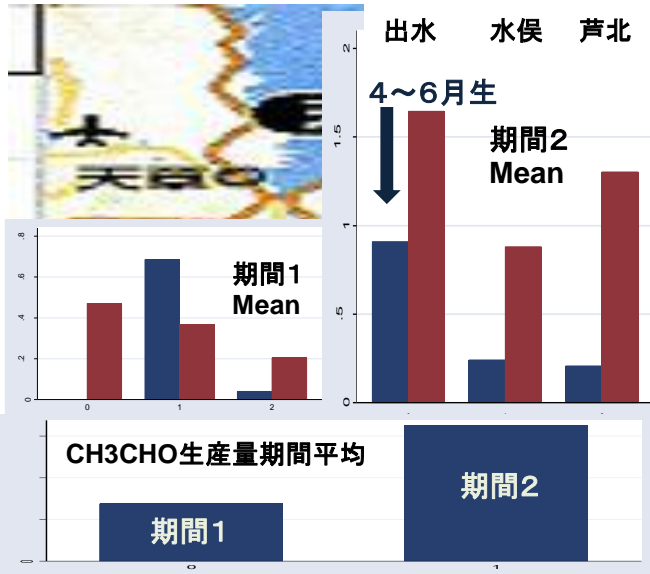
- 出水市・芦北3町では **4～6月生 << その他月生**

魚食量のピークを超えた季節差 ⇒ **魚介類MeHg濃度の差**

1947~1955.6

1955.7~1958.8

期間1～期間2における臍帯MeHg濃度の変動



4~6月生の臍帯MeHgが
其他月生のそれらより低い季節差がある

1947~1955.6

1955.7~1958.8

期間1～期間2の臍帯MeHg濃度の変動

- 期間1; 排水口(百間港)を抱える**水俣が最高**
工場廃液がメチル水銀汚染源であることを支持している
- 期間1から期間2; **CH₃CHO生産量は倍増**
- 期間2; 排水先の変更前 but **水俣が最低**
- 期間2; 出水と芦北は**臍帯MeHg濃度上昇**
- 期間2; 3地区共に**4~6月生に低い季節差**

1957年7月～水俣地先漁獲自粛

⇒ 魚食量ピーク時(5~7月)のMeHg曝露量の低下

海水容量の比較; 水俣湾: 不知火海 = 1:1600

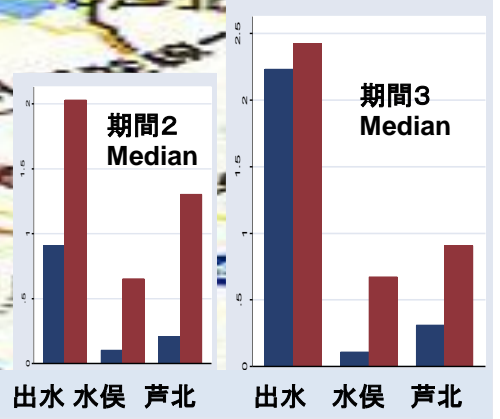
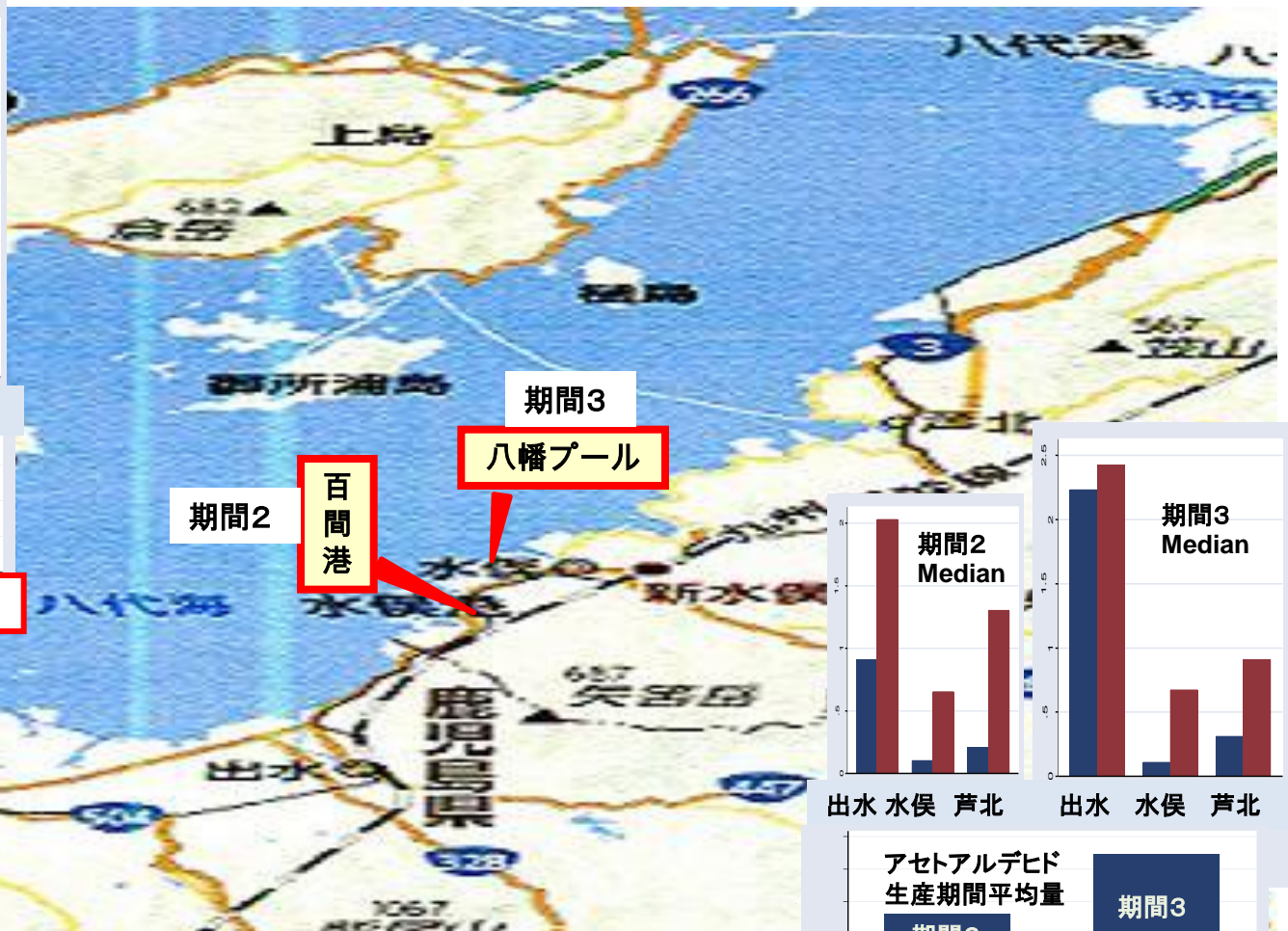
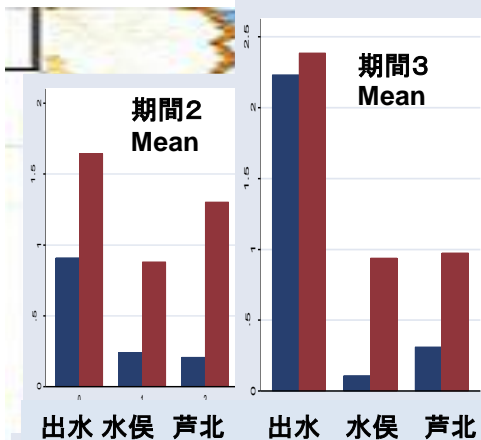
⇒ 工場廃液の湾外への影響は小さい

⇒ 工場廃液のMeHgが出水と芦北を高濃度汚染したか?

1955.7~1958.8

1958.9~1960.8

期間2～期間3における臍帯MeHg濃度の変動



アセトアルデヒド
生産期間平均量

期間2 期間3

排水先 **百間港** **八幡プール**

アセトアルデヒド
生産期間平均量

期間2 期間3

排水先 **百間港** **八幡プール**

期間3では出水市の臍帯MeHg濃度の季節差がない

1955.7~1958.8

1958.9~1960.8

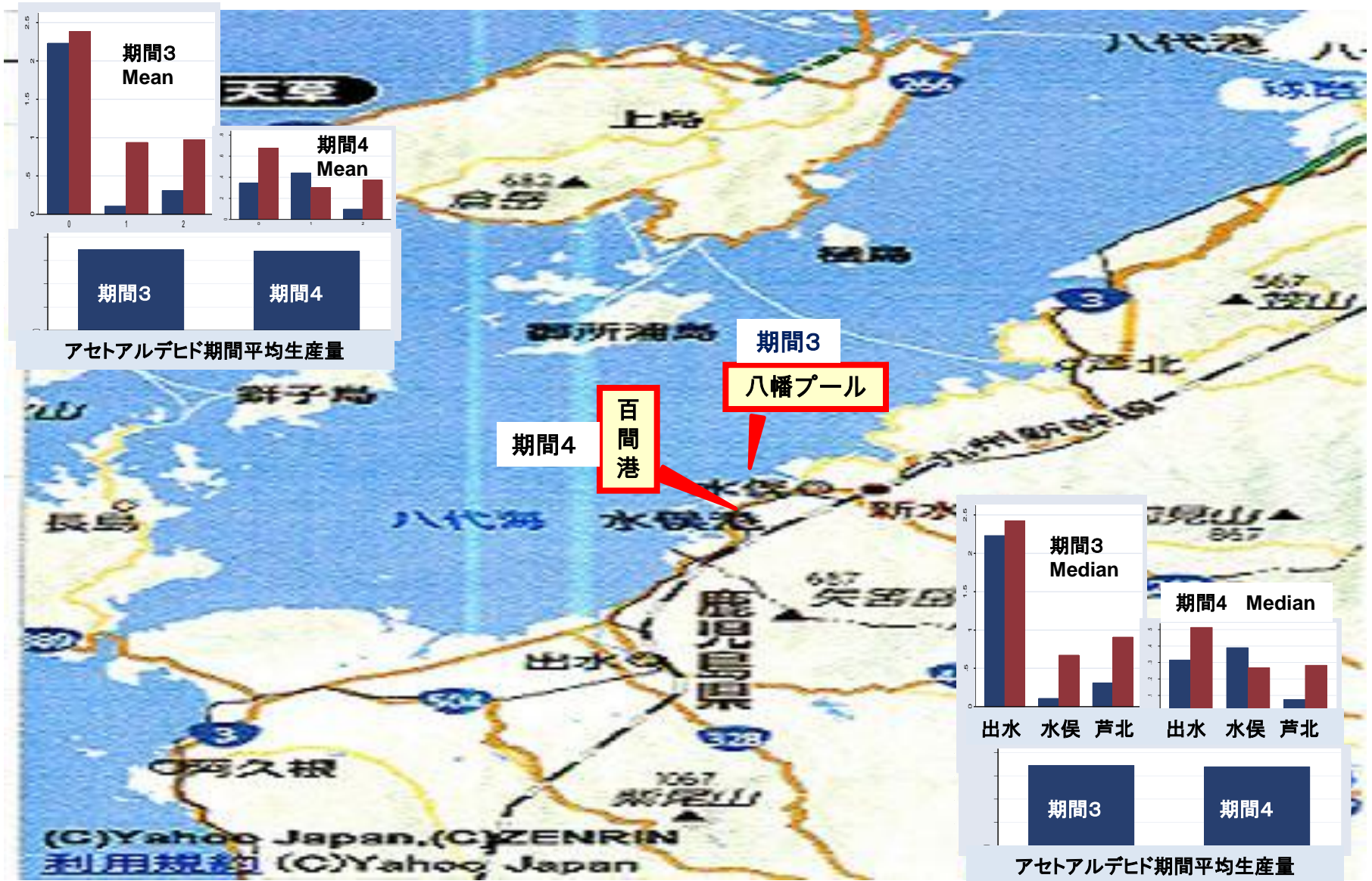
期間2～期間3の臍帯MeHg濃度の変動

- 排水先変更；期間2（**百間港＝湾内**）
期間3（**八幡プール＝湾外**）
- **期間2；3地区共に4～6月生に低い季節差**
5～7月の魚食量ピークからは説明し難い**季節差**
工場廃液量に**季節差**は**無い**（だろう）
工場廃液によらない**MeHg汚染**の存在か？
- 期間2から期間3での**臍帯MeHg濃度の上昇**は
出水に限定的さらに**4～6月生**に顕著
結果として**季節差**は**水俣と芦北に限定的**
- **期間3；八幡プールからの工場廃液由来のMeHg**
出水だけに工場廃液由来の**MeHg**は**集中しない**（だろう）

1958.9~1960.8

1960.9~1966.6

期間3～期間4における臍帯MeHg濃度の変動



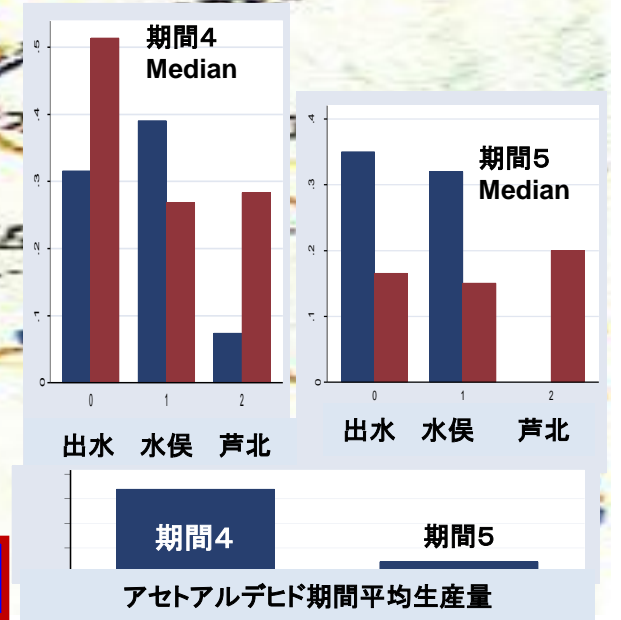
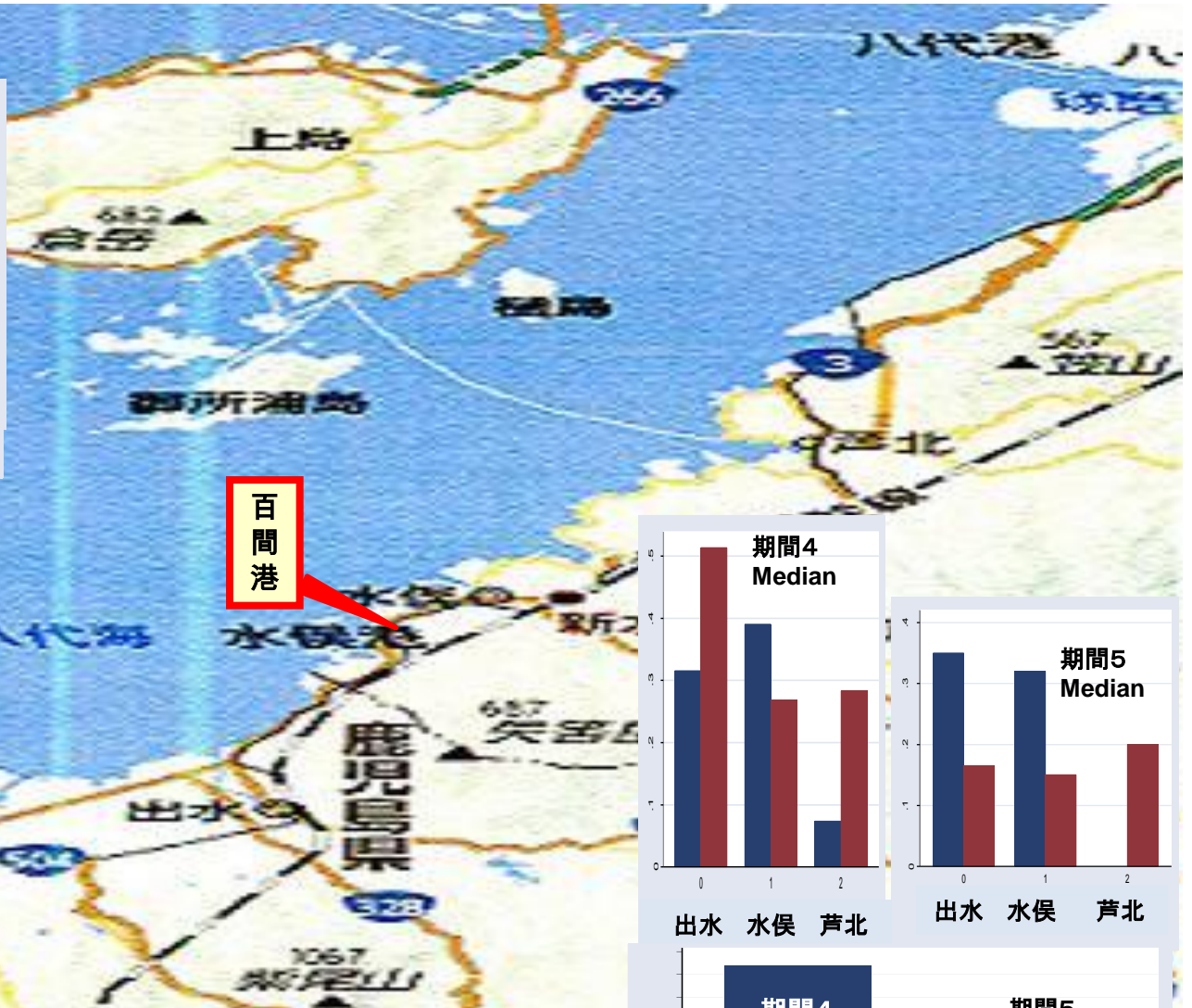
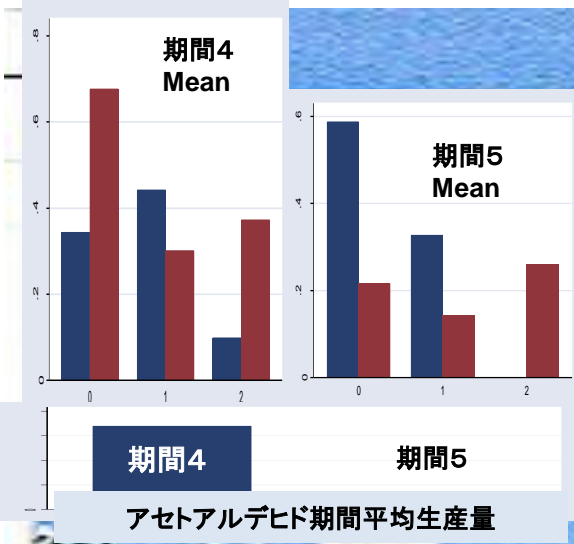
期間3～期間4における臍帯MeHg濃度の変動

- 排水先再変更；期間3（**八幡プール＝湾外**）
期間4（**百間港＝湾内**）
- 期間3及び期間4の**CH₃CHO**生産期間量は**同等**
- 期間3から期間4にかけての**臍帯MeHg濃度**
 - 3地区共に**その他月生は**低下** → 工場廃液と無関係？
 - 出水**の4～6月生の**低下**は**顕著** → **出水固有**の**汚染源**!?
 - 水俣**の4～6月生は**顕著**に**上昇** ⇔ 水俣病終息説？
で魚の摂食回復
- 期間4；**季節差**は**出水**から**遠方**の**芦北**だけが**明瞭**
出水固有の汚染源の減衰⇔ 不知火海のMeHg汚染源か！
出水の臍帯中MeHg濃度が**3地区間**で**最高**の理由か！

1960.9~1966.6

1966.7~1980

期間4~期間5における臍帯MeHg濃度の変動



魚食量の季節差に由来する臍帯MeHg濃度の季節差

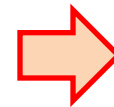
期間4～期間5における臍帯MeHg濃度の変動

- 期間5; 完全循環方式の排水⇒
工場廃液は排出していない。

- 期間4から期間5での**臍帯MeHg濃度の変動**

出水および水俣4～6月生は**変動なし**

3地区共にその他月生の**低下は顕著**



魚介類MeHg濃度の低下



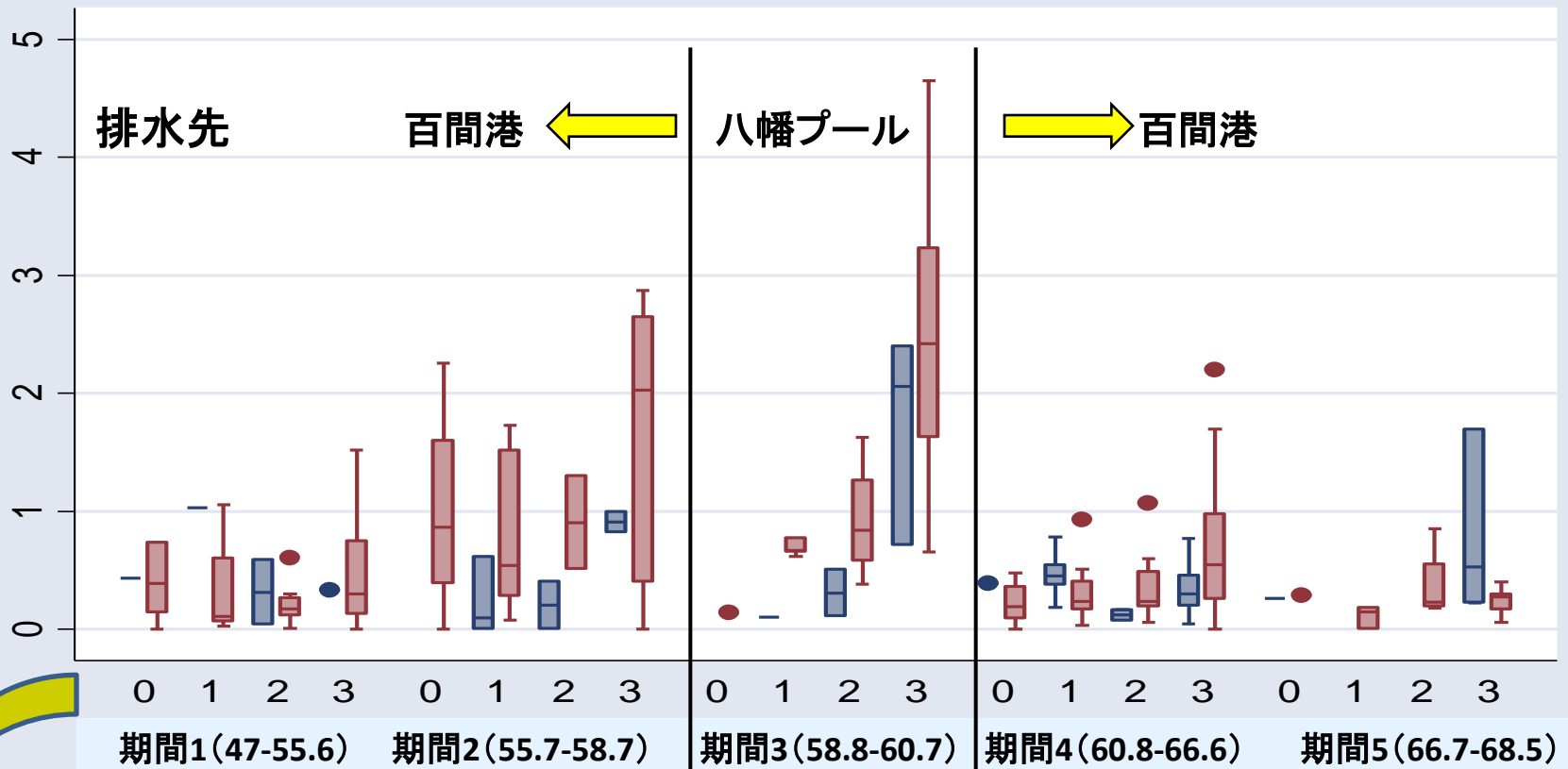
魚食量のピーク(5～7月)の回復⇒逆転した季節差

期間2～4の季節差(4～6月生に低い臍帯MeHg濃度)の原因



工場廃液でないMeHg汚染源！

不知火海沿岸のMeHg汚染源は複数か！？



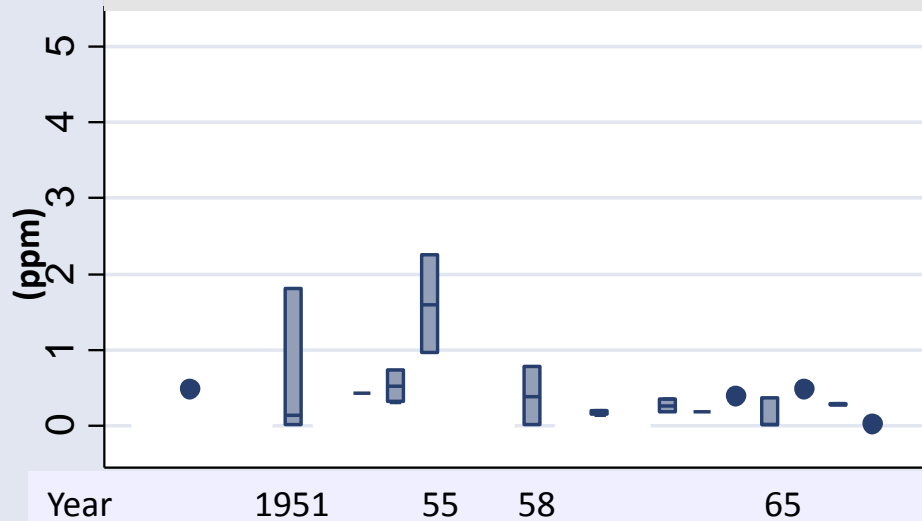
左ボックスは4～6月生まれ

右ボックスは4～6月以外の月生まれの臍帯メチル水銀の箱ヒゲ図

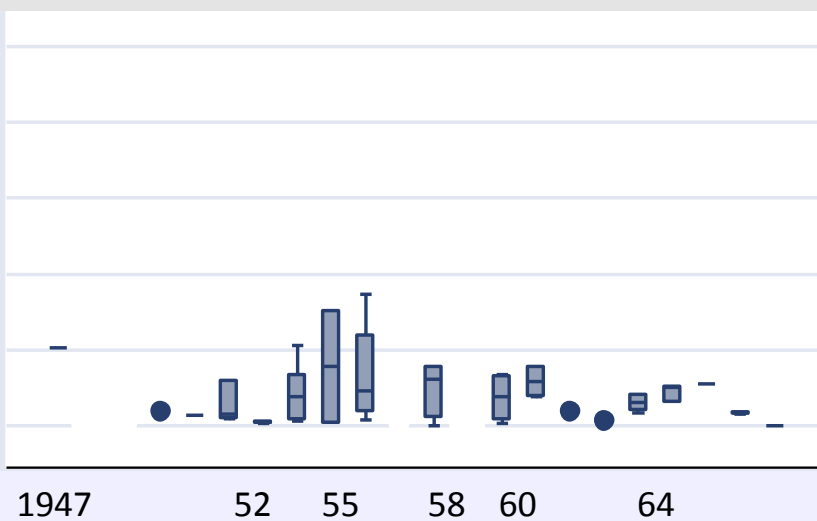
0; 水俣湾内, 1; 水俣湾外, 2; 芦北3町, 3; 出水市

地域別・期間別・季節別の不知火海沿岸住民の
臍帯中メチル水銀濃度の箱ヒゲ図

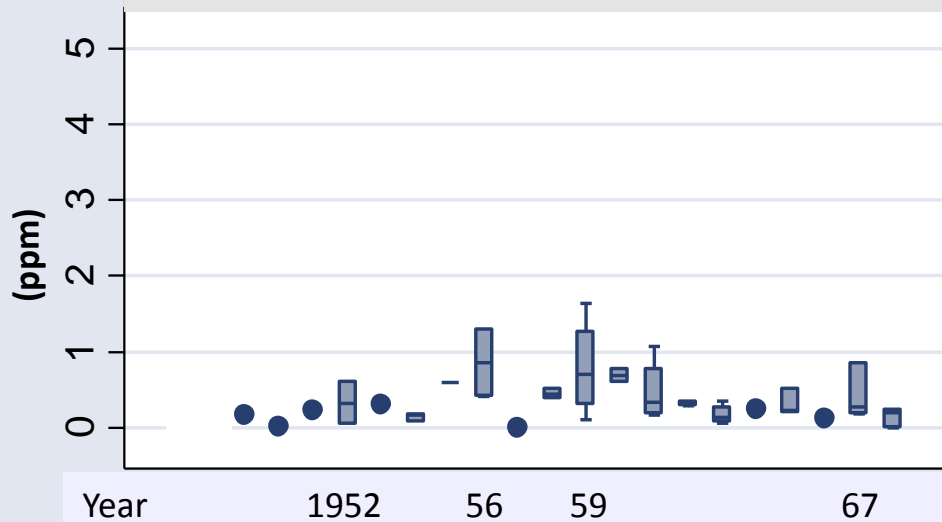
水俣湾内



水俣湾外



芦北3町



出水市

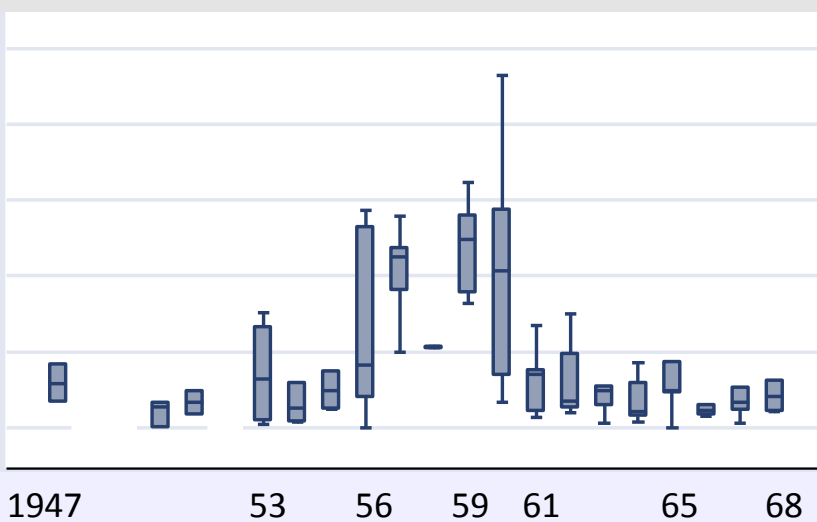
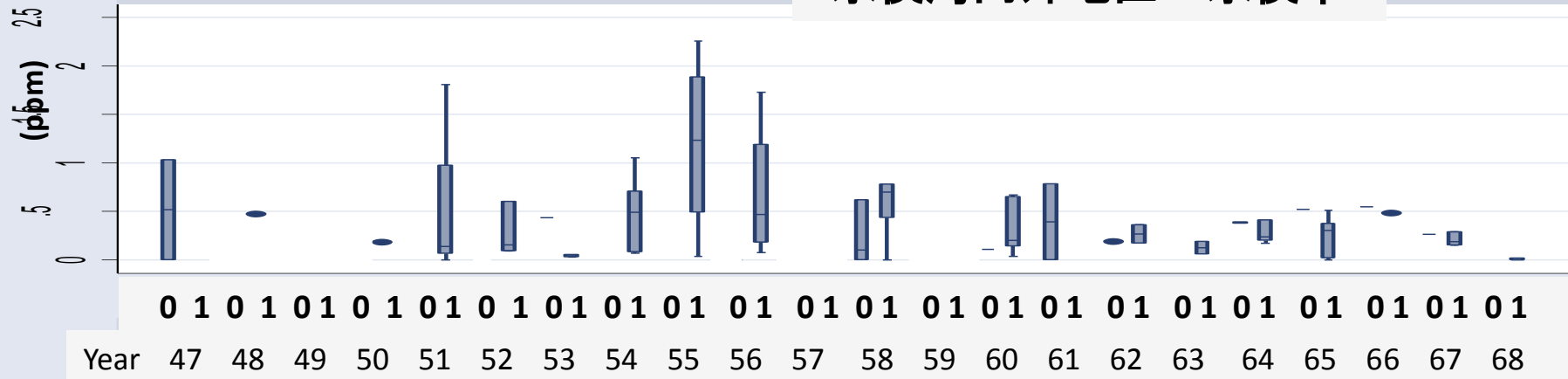


図3 不知火海沿岸4地区の臍帯中メチル水銀濃度の経年変動

水俣湾内外地区＝水俣市



芦北3町および出水市

0 ; 4月～6月生まれ
1 ; その他の月生まれ

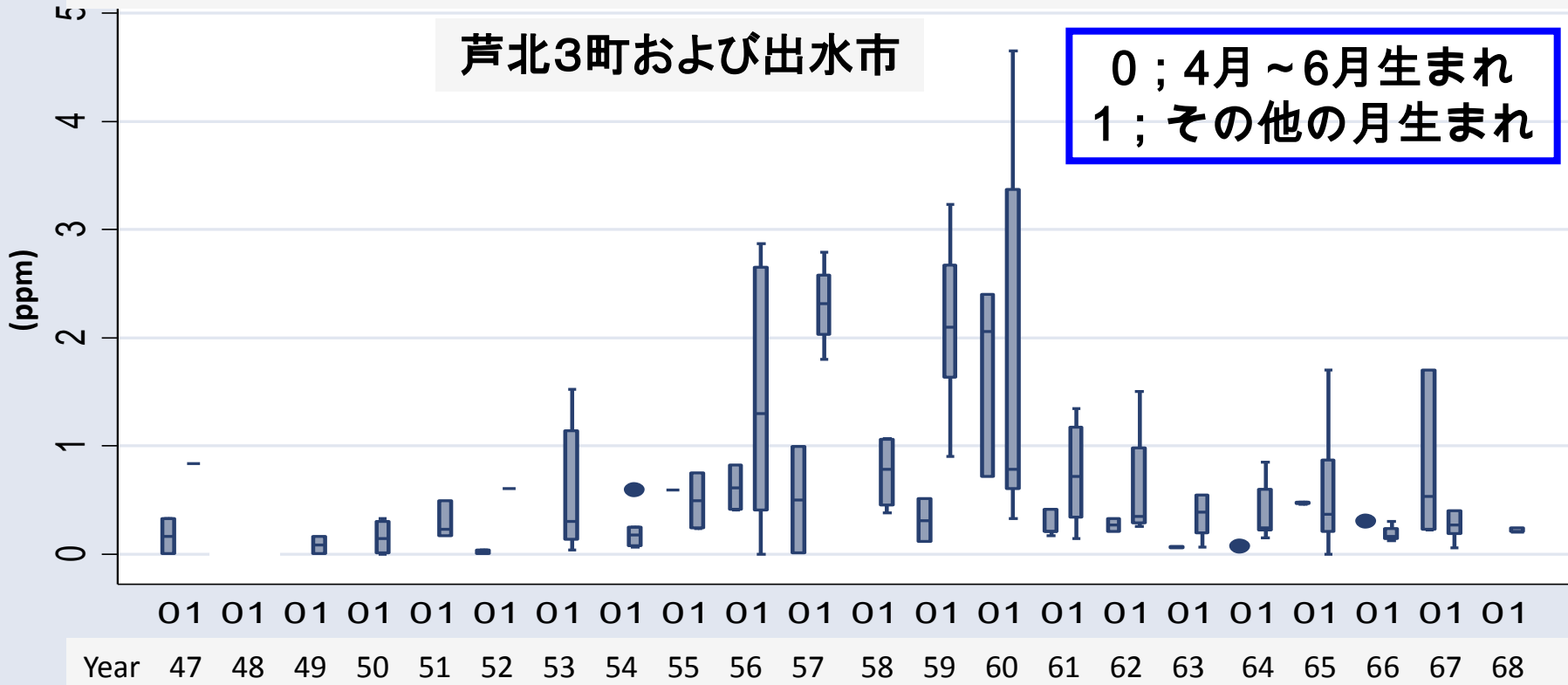


図3 4月～6月生まれの臍帯中メチル水銀濃度に関わる季節差の経時的変動