

「地下水の成分等調査と日韓比較」報告書（概要版）

1. 共同調査の目的・概要

地下水は、水循環を構成する重要な要素であり、飲用水や農業用水等として利用されるだけでなく、地域によっては重要な観光資源となるなど、人々の生活環境に密接にかかわっている。健全な水環境を確保する上で、地下水の保全と適正な利用は、重要な課題であり、地下水の状況把握は不可欠となることから、日韓8県市道の地下水について地域別に水質特徴や利用形態等の調査及び比較を行った。

2. 実施機関

国名	自治体名	機関名
日本	山口県	環境保健センター
	福岡県	保健環境研究所
	佐賀県	環境センター
	長崎県	環境保健研究センター
韓国	釜山広域市	保健環境研究院
	全羅南道	保健環境研究院
	慶尚南道	保健環境研究院
	済州特別自治道	保健環境研究院

3. 測定方法

日本側の試料採取、保管及び分析は、工場排水試験方法(JIS K 0102 2016)、水質基準に関する省令の規定に基づき厚生労働大臣が定める方法(平成15年厚生労働省告示第261号最終改正平成30年3月28日)、上水試験方法(2011年版)及び鉱泉分析法指針(平成26年改訂版)を参考にして行った。

韓国側の試料採取、保管及び分析方法は、飲料水試験工程基準(Drinking Water Quality Test Standards in South Korea)に準じて行った。

4. 測定項目

測定項目(一般項目(7項目)、イオン項目(11項目)、重金属(11項目))は以下のとおり。

一般項目:気温、水温、pH、電気伝導度、DO、色度、濁度

イオン項目: SO_4^{2-} 、 NO_3^- 、 Cl^- 、 HCO_3^- 、 NO_2^- 、 F^- 、 Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 NH_4^+

重金属:Mn、Fe、Al、Pb、Cu、Ni、Zn、As、Ge、V、Si

5. 調査地点及び期間

調査地点を図1に示す。

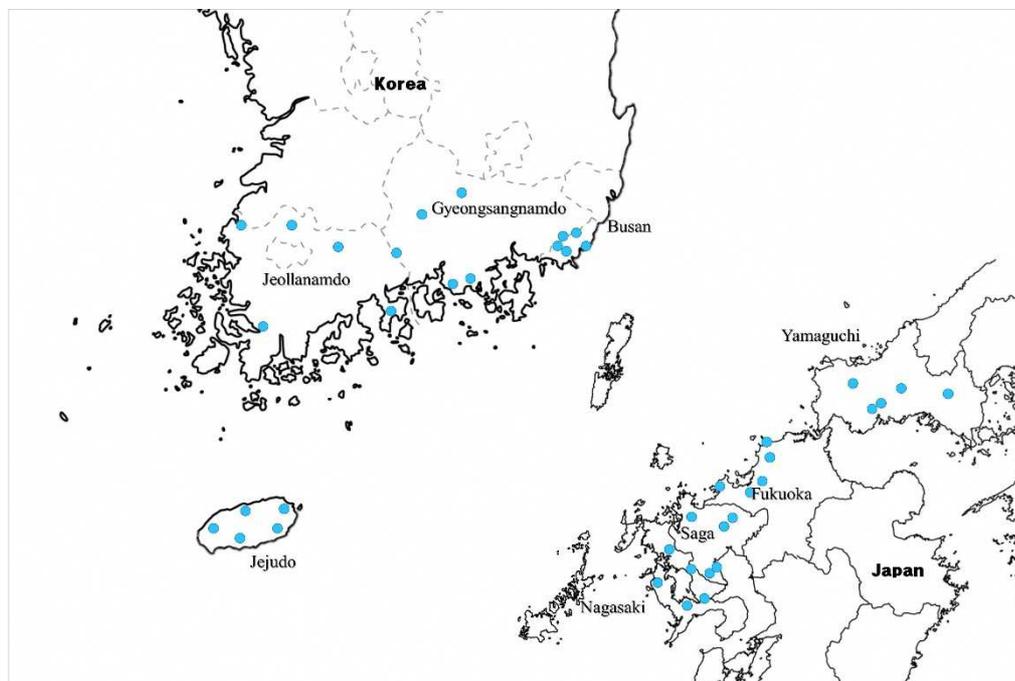


図1. 調査地点

各県市道5地点(合計40地点)を調査地点として選定した。

また, 調査は, 2018年2月から2019年3月の期間に2回以上実施した。

6. 解析方法

(1) Hexa-diagram

Hexa-diagram は、水試料の主要イオン成分の構成を視覚的に示すために用いられる多角形模様のグラフで、中央垂直の 0 軸を中心に右側には陰イオン、左側には陽イオンが位置する。単位には meq/L が使用される。主に地下水の水質を視覚化し、地点別、時間に応じたイオン成分の変化を表示するために使用される。

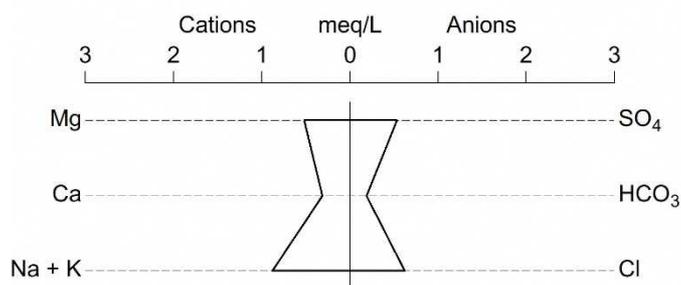
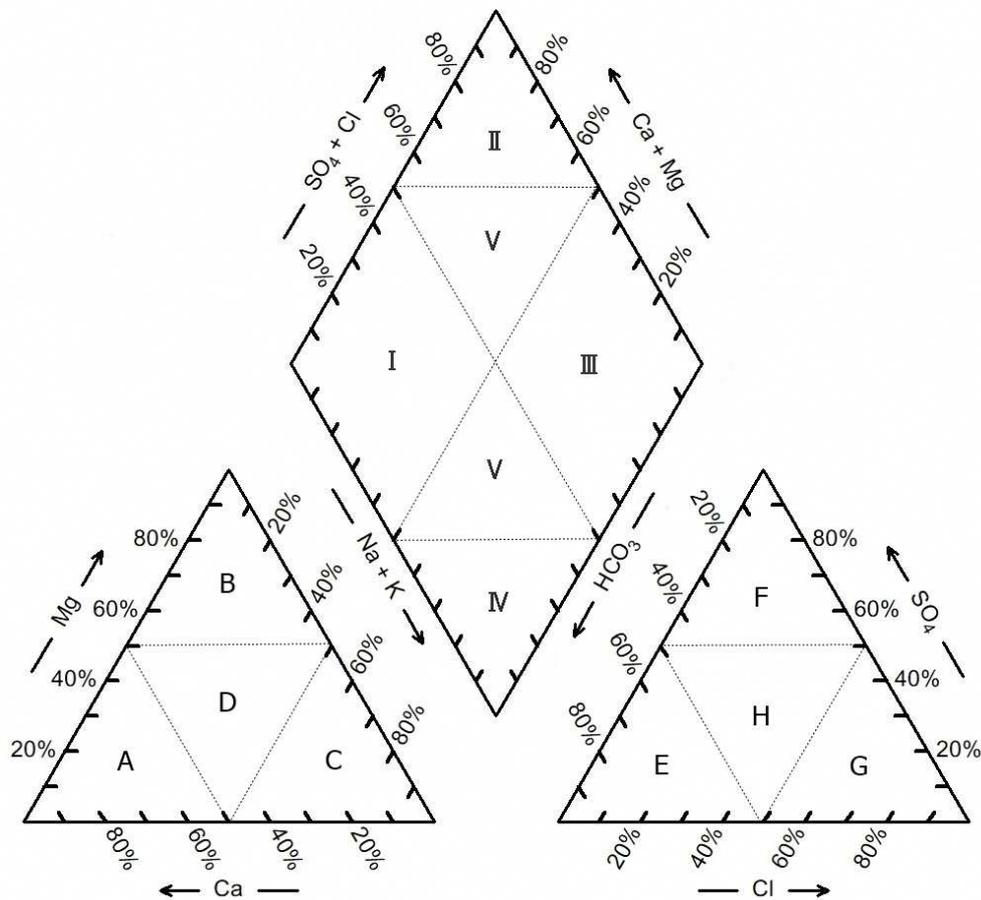


図 2. Hexa-diagram

(2) Trilinear (Piper)-diagram

Trilinear (Piper)-diagram は、地下水の水質特性を解析するためのグラフとして、主要陽イオン (Ca^{2+} , Mg^{2+} , $\text{Na}^{+}+\text{K}^{+}$) と陰イオン (HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^-) の当量濃度 (equivalent concentration) の相対的な割合を三角形とひし形の図として示したものである。左下の三角形の図には、陽イオンの相対的な割合が示され、右下の三角形の図には、陰イオンの相対的な割合が示されている。中間の上部にある菱形の図には、陽イオンと陰イオンの相対比率が一緒に示される。Trilinear (Piper)-diagram は、視覚的に水の特性を表現することにより、複数の地域で採取した地下水の水質のタイプを一目で把握するために使用される。

日本は Hexa-diagram を用いて各イオン成分の当量濃度の比較を行い、Trilinear (Piper)-diagram に基づき水質の分類を行った。韓国は Hexa-diagram 及び Trilinear (Piper)-diagram を基に水質の分類を行った。



• Trilinear (Piper)-diagram interpretation for groundwater

I : Ca-HCO₃, Mg-HCO₃ type

II : Ca-Cl, Ca-SO₄ type

III : Na-Cl, Na-SO₄ type

IV : Na-HCO₃ type

V : Mixed type

A : Ca type

E : HCO₃ type

B : Mg type

F : SO₄ type

C : Na + K type

G : Cl type

D : No dominant type

H : No dominant type

☒3. Trilinear (Piper)-diagram

(3) 重金属解析

重金属等の項目ごとに各調査地点における重金属等の濃度を用いてグラフを作成し、結果を比較した。国別に、報告下限値以上で検出した項目の検出率、最大値、最小値を算定した。また、項目別の濃度範囲に応じた検出数を算定し、ヒストグラムを作成した。

7. 共同調査の結果

(1) 主要イオン

水質について Trilinear (Piper)-diagram を用いて日本と韓国の両国を比較すると、佐賀県と済州特別自治道の水質が特に近いことが見て取れた。これらの地点についてその他の項目を確認したところ、井戸深度が深く、表層地質が火成岩の岩石である火山岩や深成岩で形成されているといった特徴があった。また、これらの地点は日本側・韓国側のその他の地点に比べて、EC の値が比較的低かった。

日本の 4 地域における地下水は、大部分が一般的な流動性地下水の水質を示した。福岡県の 5 地点中 2 地点は、複数のイオンが同程度の当量比で含まれた中間型の水質を示した。韓国では、慶尚南道及び済州特別自治道の 2 地域において、一般的な流動性地下水の水質を示した。釜山広域市においては 5 地点中 3 地点が海水を起源とする地下水の水質を示し、2 地点が中間型の水質を示した。全羅南道においては 5 地点中 1 地点が海水を起源とする地下水の水質を示し、4 地点が複数のイオンが同程度の当量比で含まれた中間型の水質を示した。日本の 4 地域及び韓国の全羅南道を除く 3 地域においては、地下水の採水時期による水質について、イオン成分の濃度に大きな変動は見られなかった。

(2) 重金属

日本と韓国の地下水の重金属成分についてのヒストグラムを比較した。Al, Cu, Zn, As, Ge, V, Si 成分は、両国間で似たような特徴を示した。Al は 0 µg/L 及び 1 ~ 10 µg/L の範囲で検出数が多く、日本はそれぞれ 7 地点 (35%), 10 地点 (50%), 韓国はそれぞれ 11 地点 (55%), 8 地点 (40%) であった。Cu は、日本側では 0 µg/L 及び 1 ~ 10 µg/L の範囲の検出数が多いが、それぞれ 7 地点 (35%), 6 地点 (30%) であり、韓国は 0 µg/L 及び 1 ~ 10 µg/L で、それぞれ 9 地点 (45%), 8 地点 (40%) であった。Zn は 1 ~ 10 µg/L 及び 10 ~ 100 µg/L の範囲で検出数が多いが、日本はそれぞれ 8 地点 (40%), 5 地点 (25%), 韓国はそれぞれ 11 地点 (55%), 5 地点 (25%) で検出された。As は 0 ~ 1 µg/L の範囲で検出数が多いが、日本は 14 地点 (70%), 韓国は 9 地点 (45%) であった。Ge は 0 µg/L で最も検出数が多いが、日本は 19 地点 (95%), 韓国は 15 地点 (75%) であった。V は 0 ~ 1 µg/L, 1 ~ 10 µg/L の範囲で検出数が多いが、日本は 7 地点 (35%), 10 地点 (50%), 韓国はそれぞれ 10 地点 (50%), 9 地点 (45%) であり、両国間で似たような特徴を示した。Si は 5 ~ 10 mg/L, 10 ~ 20 mg/L 及び 20 ~ 50 mg/L の範囲で検出数が多いが、日本はそれぞれ 5 地点 (25%), 9 地点 (45%), 5 地点 (25%), 韓国はそれぞれ 2 地点 (10%), 11 地点 (55%), 7 地点 (35%) となった。

また、Mn, Fe, Pb, Ni では両国間の明確な差を示した。Mn の検出数は、日本では 0 ~ 1 $\mu\text{g/L}$ の範囲で 11 地点 (55%)、韓国は 0 $\mu\text{g/L}$ で 8 地点 (40%) であった。Fe は、日本では 1 ~ 10 $\mu\text{g/L}$ の範囲で 10 地点 (50%)、韓国は 0 $\mu\text{g/L}$ で 9 地点 (45%) であり、Pb は、日本では 0 ~ 1 $\mu\text{g/L}$ の範囲で 13 地点 (65%)、韓国は 0 $\mu\text{g/L}$ で 16 地点 (80%)、Ni は日本では 0 $\mu\text{g/L}$ で 13 地点 (65%)、韓国では 0 ~ 1 $\mu\text{g/L}$ の範囲で 9 地点 (45%) であった。

8. 共同調査の成果

日本(山口, 福岡, 佐賀, 長崎)と韓国(釜山広域市, 慶尚南道, 全羅南道, 済州特別自治道)の両国間に隣接している8つの地域について、地下水の成分等を調査して水質を比較した。調査地点は、各地域で5つの地点を選定した。日本と韓国のそれぞれ20個の地点、計40個の地点について水質調査を行った。

Trilinear (Piper)-diagramを利用したイオン項目の分析では、各地点別、各地点別に応じた水質組成の分類について両国で差が見られた。韓国では I, III, V型の3つのタイプに分類され、日本は I 型の水質組成が大部分を占めており、地理的条件や地質の特性が水質に影響していると考えられた。また、大部分の地点では、地下水の採水時期によるイオン成分の濃度に大きな変動は見られなかった。

重金属成分についてのヒストグラムを比較した結果、Al, Cu, Zn, As, Ge, V, Si成分は、両国間で同様の特徴を示し、Mn, Fe, Pb, Niでは、両国間で差を示すことが明らかになった。

本調査においては、両国内における種々の分析手法を参考にしながら分析を行った。一部の項目においては、一般的に環境水(地下水)を分析するにあたり求められる最低濃度を下回る報告下限値を設定した。そのため、各地域の分析機関が分析能力の向上に努め、活発な技術交流が行われたことにより、詳細な水質の比較が可能となり、地点特性や水質の特徴についての情報交換ができた。

本調査の結果は、各地点別、地点別の水質特性を把握する基礎資料として、地下水資源管理のための政策に寄与するものである。