

ペットボトル中の天然水における酸素及び水素安定同位体比分析

背景1 ミネラルウォーターの表示

ペットボトル
品名: ナチュラルミネラルウォーター

原材料名: 水(①~⑧)
採水地: ○○○(▲▲▲水源)
殺菌方法: 加熱殺菌
賞味期限: 容器上部に記載

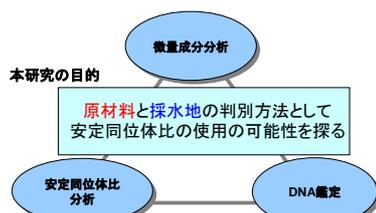
栄養成分(100mlあたり)
カルシウム.....0.068mg
マグネシウム.....0.160mg
カリウム.....0.065mg
ナトリウム.....0.590mg
硬度.....8.2mg/L
pH.....5.6(弱酸性)

| 通水の名前 | 定義 |
|-------|---|
| 深井戸水 | 比較的深い井戸からポンプなどで採水した地下水 |
| 湧水 | 地面から湧き出している地下水 |
| 鉱泉水 | 自噴する地下水で水温が25度未満で、ミネラルがとけ込んでいる地下水 |
| 鉱水 | ポンプなどで採水した地下水のうち、ミネラルなどが含まれている地下水 |
| 温泉水 | 自噴する地下水で水温が25度以上あり、温泉法に規定されている鉱物が含まれていて飲用できる水 |
| 伏流水 | 河川の流水が水を通しやすいつもろ層の下へ浸透してできた湧水(極めて深い地下水) |

| 分類 | ミネラルウォーター | ナチュラルウォーター | ナチュラルミネラルウォーター | ボトルドウォーター |
|------|--|---------------------|---------------------------------|------------------|
| 品名 | 特定の地域から採水された地下水で、ミネラル成分が豊富であるもの | 特定の地域から採水された地下水のみ | 特定の地域から採水された地下水で、ミネラル成分が豊富であるもの | 飲用できる水(湧水も含む) |
| 処理方法 | 殺菌、ろ過、加熱殺菌、紫外線殺菌、活性炭処理、逆浸透膜処理、その他による処理 | 殺菌、ろ過、加熱殺菌以外の処理をしない | 殺菌、ろ過、加熱殺菌以外の処理をしない | 特定しない(ろ過にのみ限られる) |

水の素性の判別方法の技術確立を目指す

背景2 産地判別技術



通常、食品の産地判別には主にこれらの3つの手法が用いられる。農産物などに含まれる無機微量元素や残留農薬を調べる事により、産地が特定できる事が報告されている。農産物の場合、それに含まれる酸素・水素の安定同位体比から、その植物が育った水環境が、硫黄・窒素からは、土壌環境が推測され、産地判別に使用されている。また、農産物や畜産物の品種判別には、DNA鑑定が使われている。産地判別にはこれら3つの相互的判断が必要である。今回は原材料と採水地についての判別技術確立のため、まず、安定同位体比の使用の可能性を探った

ミネラルウォーターの収集と測定

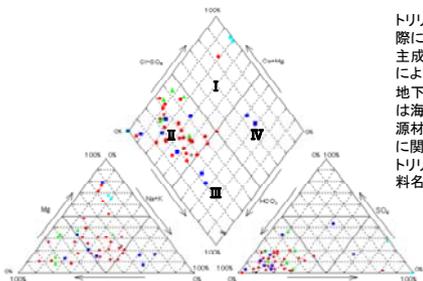
| 原料名 | 本数 |
|-------|-----|
| 鉱水 | 49 |
| 湧水 | 20 |
| 深井戸水 | 16 |
| 海洋深層水 | 3 |
| 温泉 | 4 |
| 深井戸水 | 1 |
| 伏流水 | 1 |
| 不明産 | 4 |
| 合計 | 115 |

計115本



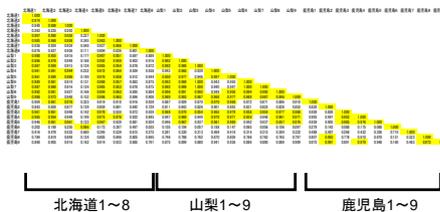
・製造業者: Isoprime Ltd ・型式: IsoPrime

結果1 トリリニアダイアグラム



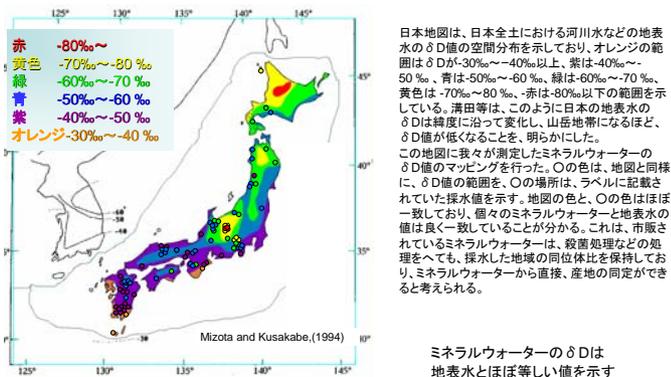
トリリニアダイアグラムは、水の種類を行う際によく使用されており、その水に含まれる主成分を元に、プロットする。プロットの位置により、Iは熱水・化水関連、IIは浅層地下水関連、IIIは深層停滞地下水関連、IVは海水関連であることが推測される。今回、原材料ごとにプロットを行ったところ、原材料に関わらずほとんどの水はIIを示した。トリリニアダイアグラムから、効果的な原材料名(品種)の判別は出来なかった。

結果2 濃度相関マトリックス

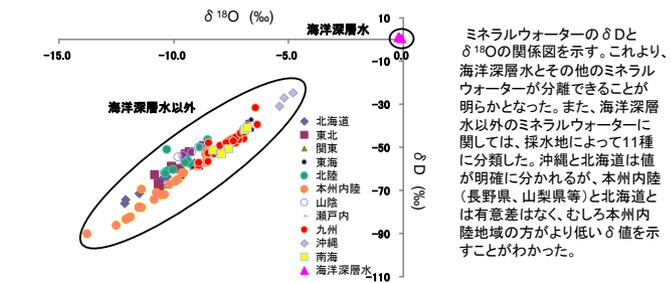


相関係数0.95以上のものは144/351(北海道,山梨,鹿児島)
相関係数0.95以上のものは2728/7021(全体)

結果3 地表水のδD値とミネラルウォーターのδD値の比較



結果4 δDとδ18Oの関係図



結果5 C社製 同一銘柄のミネラルウォーター成分分析

| 採水地 | pH | Na(ppm) | K(ppm) | Ca(ppm) | Mg(ppm) | Cl(ppm) | SO4 ²⁻ (ppm) | HCO3 ⁻ (ppm) | δD | δ18O |
|-----|-----|---------|--------|---------|---------|---------|-------------------------|-------------------------|-----|-------|
| 北海道 | 7.7 | 6.4 | 1.7 | 6.3 | 3.5 | 6.7 | 3.3 | 39.7 | -67 | -10.6 |
| 富山 | 7.5 | 9.9 | 0.7 | 10.1 | 2.4 | 4.9 | 6.6 | 79.3 | -60 | -10.0 |
| 山梨 | 7.1 | 14.0 | 3.3 | 8.5 | 2.8 | 7.0 | 12.0 | 42.8 | -72 | -10.4 |
| 静岡 | 7.6 | 9.2 | 1.3 | 10.4 | 3.0 | 3.7 | 2.8 | 58.6 | -54 | -8.5 |
| 鳥取 | 7.3 | 11.3 | 4.4 | 7.1 | 5.4 | 8.5 | 2.6 | 60.4 | -50 | -8.6 |
| 宮崎 | 8.1 | 8.1 | 2.1 | 8.4 | 2.2 | 2.3 | 3.1 | 55.0 | -48 | -7.7 |

結果6 海水関連の化学データ

| 試料名 | pH | Na(ppm) | K(ppm) | Ca(ppm) | Mg(ppm) | Cl(ppm) | SO4 ²⁻ (ppm) | HCO3 ⁻ (ppm) | δD | δ18O |
|----------|-----|---------|--------|---------|---------|---------|-------------------------|-------------------------|-----|------|
| 海洋深層水(1) | 6.8 | 77.6 | 30.3 | 72.3 | 130 | 603 | 418 | 11 | 0 | -0.1 |
| 海洋深層水(2) | 5.8 | 8.35 | 6.5 | 7.6 | 21.1 | 63.9 | 33.1 | 1.8 | 1 | -0.2 |
| 海洋深層水(3) | 7.0 | 11.3 | 14.0 | 12.1 | 33.0 | 78.4 | 59.4 | 3.1 | 1 | -0.2 |
| 海水+水(1) | 6.2 | 70.0 | 2.5 | 2.3 | 7.4 | 59.8 | 16.6 | 3.1 | -21 | -4.2 |
| 海水+水(2) | 7.2 | 12.6 | 2.8 | 8.3 | 2.7 | 17.6 | 6.9 | 30.5 | -25 | -5.0 |
| 海水 | 8.3 | 10650 | 380 | 400 | 1270 | 18980 | 2650 | 140 | 0 | 0.0 |

海洋深層水3試料については、δD値とδ18O値とも標準海水の値とほぼ同じ値を示したが、一般化学分析は異なっていた。何らかの方法で溶存成分を除去したものと推測される。一方、(海水+水)はδD値が海水より低い値を示した。これは海水以外の水と混合されたためと考えられる。

まとめ

現在、源泉によって深井戸水や鉱泉水など様々なタイプに分類されているが、トリリニアダイアグラムからは、そのほとんどの水が浅層地下水関連であることがわかった。水素と酸素の安定同位体比により、海洋深層水とその他の水とを明確に分けることができた。また、海洋深層水は海のそのものの同位体比に近い値を示しており、脱塩処理などの過程を経て同位体比が有意には変化しないことが分かった。また海洋深層水以外の水に関しても、多くの水が、Mizota等(1994)が示した地表水の値と似た値を示すこと、またδDとδ18Oの間ではCraigの関係が成り立つことから、滅菌やろ過などの過程を経て、その地域の水質特性を保持していることが示唆された。これらの結果より今後、酸素と水素の同位体比を用いてペットボトル水の産地判別がおおまかに特定できる可能性が示唆されたが、地域の特定をするには同位体だけでは不十分であることが分かった。今後、微量分析やデータベースを増やすことによってその精度を高めた。