

12) 宇城市及び下益城郡内の湧水の水質について

廣畑 昌章* 小笹 康人

はじめに

湧水は、地下水の量及び質のバロメーターとして重要であることはもちろん、近辺の自然に非常に大きな影響を与えており、自然保護の観点からもその量及び質の把握は重要である。そこで、これまで著者らは、阿蘇地域^{1,2)}及び上益城地域の湧水の水質³⁾を調査し、その特性を明らかにしてきた。

今回、「くまもと名水百選」に7地点が選定されるなど、県内でも良質な湧水の数が多い地域の一つである宇城市及び下益城郡内の湧泉の水質について調査したので報告する。

調査方法

1 調査日及び調査地点

採水は、一部を除いて平成8年9月から平成10年9月にかけて実施した。

採水地点を図1に、採水地点名を表1に示した。採水地点数は、宇城市16地点（旧松橋町7地点、旧小川町6地点、旧豊野町3地点）、城南町1地点及び美里町38地点（旧中央町7地点、旧砥用町31地点）の計55地点である。

2 分析項目及び分析方法

分析項目は、pH、電気伝導度（以下、ECと略す。）、主要無機イオン成分である。各項目の分析方法は、次のとおりである。

- ・pH：ガラス電極法
- ・EC：ECメーター
- ・主要無機イオン成分
 - ・ Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , F^- , Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^- :イオンクロマトグラフ法
 - ・ HCO_3^- :硫酸滴定法によるpH4.3アルカリ度から計算

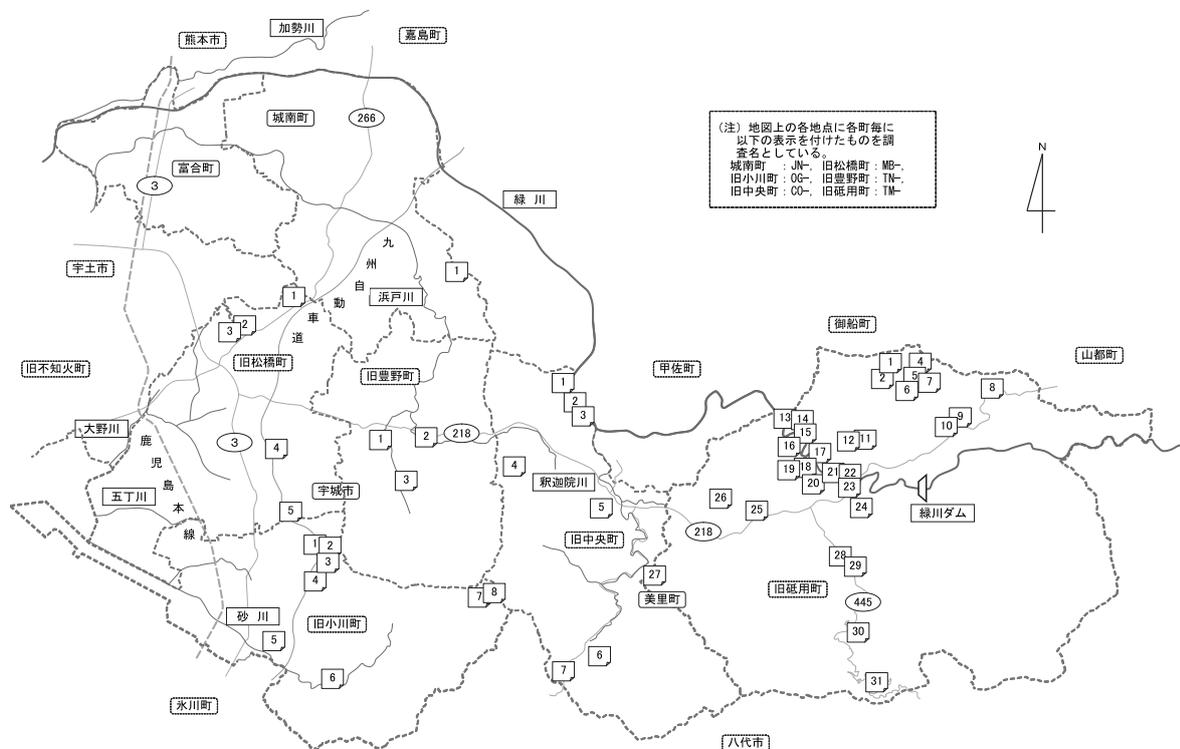


図1 調査地点図

*現熊本県環境生活部水環境課

表1 採水地点

番号	採水地点名	町村名		地区名		
		旧名				
JN-1	平井戸水源	城南町		鱈淵字土境野		
MB-1	杉の谷	松橋町	宇城市	海の平		
2	天満宮の池			古保山		
3	井川元の水			古保山		
4	弁天さんの水			内田		
5	妙見さんの水			竹崎		
OG-1	長谷寺の水	小川町	宇城市	中小野		
2	長谷寺そばの湧水			中小野		
3	御手洗水源			南小野		
4	清水ごう			北部田		
5	出水地蔵水源			北小川		
6	わなんさこの井川			宮園		
7	烏山の湧泉			東海東字蔵野		
8	峠の岩清水			東海東字東蔵野		
TN-1	御手洗水源	豊野町	宇城市	下郷		
2	寺の下			馬立		
3	鬼迫水源			鬼迫		
OO-1	中蓮寺の井川さん	美里町	宇城市	下中郡下原		
2	中郡崖下の湧水①			中郡		
3	中郡崖下の湧水②			中郡		
4	いや川水源			中小路		
5	池上勝助(山水)			小筵		
6	弘川水源			弘川		
7	弘川菅の谷の湧水			弘川菅の谷		
TM-1	小津峰水道水源			砥用町	美里町	貫平小津峰
2	小津峰の井川					貫平小津峰
3	簡易水道水源					貫平
4	みつくち水源					小崎
5	妙見さんの水					小崎
6	すげんごの井川					小崎
7	簡易水道水源					小崎
8	万坂峠の湧水					遠野字北野
9	姥原義盛宅裏の貫	金木三本松				
10	金木の井川	金木三本松				
11	今村の井川	今村				
12	今村地区簡易水道水源	今村				
13	中村の井川	中村				
14	中村の井川そば	中村				
15	中村地蔵	中村				
16	古閑バス停そば	古閑				
17	福良の井川	豊福字福良				
18	柑子野の井川	栗崎字柑子野				
19	宇曾口の井川	栗崎字宇曾口				
20	栗崎の井川	栗崎				
21	桑鶴の湧泉①	桑鶴				
22	桑鶴の湧泉②	桑鶴				
23	西部地区上水道水源そば	船津				

24	光岸寺下の井川	清水
25	小長野の井川	二和田字小長野
26	田中の井川	三加字岩尾野
27	下組の井川	岩野
28	雁俣荘の湧泉①	阿部字境石
29	雁俣荘の湧泉②	阿部字境石
30	しおでの湧泉	早楠字下津留
31	七郎次水源	早楠

結果及び考察

1 町村別各項目の平均値

表2に旧町別各項目の平均値を示した。

表2 町村別各項目の平均値

町村名	城南町	宇城市			美里町	
		松橋町	小川町	豊野町	中央町	砥用町
水温(°C)	17.9	17.8	17.3	17.9	16.5	16.7
pH	6.24	6.85	7.32	6.85	7.27	7.05
EC (μS/cm)	224	222	231	277	208	184
Na ⁺ (mg/l)	11.57	8.62	7.21	8.35	8.06	6.75
K ⁺ (mg/l)	7.65	2.47	0.89	3.45	2.96	2.33
Ca ²⁺ (mg/l)	13.64	27.08	29.06	38.11	20.36	22.08
Mg ²⁺ (mg/l)	5.55	4.45	5.07	4.14	4.62	3.60
HCO ₃ ⁻ (mg/l)	65.90	118.7	122.7	142.8	79.20	98.58
F ⁻ (mg/l)	<0.08	0.10	0.13	<0.08	<0.08	0.09
Cl ⁻ (mg/l)	7.20	7.61	5.07	8.99	5.76	4.08
NO ₃ ⁻ (mg/l)	29.71	4.11	7.48	11.97	22.05	4.78
SO ₄ ²⁻ (mg/l)	14.41	15.32	10.59	10.24	5.61	8.72

(1) 水温

水温は、旧松橋町、旧小川町及び旧豊野町(宇城市)の平均値及び城南町の値がそれぞれ17℃台であるのに対して、旧中央町及び旧砥用町(美里町)の平均値は16℃台とより低い値を示しており、涵養域等の標高差すなわち外気温の影響を受けているものと考えられた。なお、全体的に16~18℃を示す地点が最も多く33地点、全体の6割を占めた。調査した全地点の平均値は16.9℃であり、阿蘇市及び阿蘇郡内市町村の北部地域の湧水の水温の平均値14.0℃¹⁾、南部地域の湧水の水温の平均値14.7℃²⁾及び上益城郡の湧水の水温の平均値15.2℃³⁾に対して高かった。最高を示したのは旧砥用町(美里町)のTM-28の19.4℃、最低を示したのは同じく旧砥用町(美里町)のTM-31の12.2℃であった。

(2) pH

pHは、図2に示すように6.4～6.6及び7.4～7.6の2つのピークが現れた。約半数が7.2～7.8の範囲にあり、全地点の平均が7.07, 最高がCO-6の7.86, 最低がMB-2の6.15であった。

旧町毎の平均値で見た場合、旧小川町(宇城市)及び旧中央町(美里町)が7.3前後で他の町に比べてより高い値を示し、城南町では6.24, 旧松橋町及び旧豊野町では6.85であった。

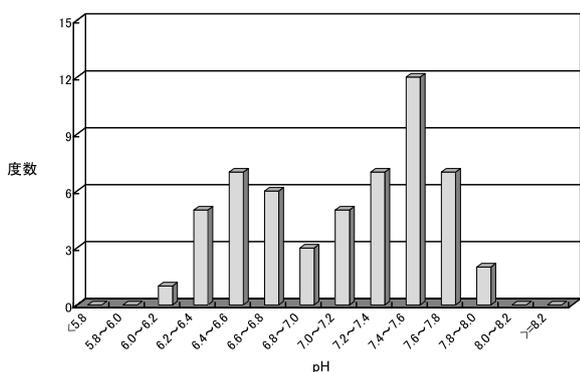


図2 pHのヒストグラム

(3) EC

ECについても、pH同様、図3に示すように100～160 $\mu\text{S}/\text{cm}$ と220～300 $\mu\text{S}/\text{cm}$ に2つのピークが現れた。全地点の平均は203 $\mu\text{S}/\text{cm}$, 最高がTN-3の446 $\mu\text{S}/\text{cm}$, 最低がTM-31の76 $\mu\text{S}/\text{cm}$ であった。旧町毎の平均値で見た場合、豊野町が277 $\mu\text{S}/\text{cm}$ で他の町に比べてより高い値を示したが、他の町では200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 前後の値を示し大きな差は見られなかった。

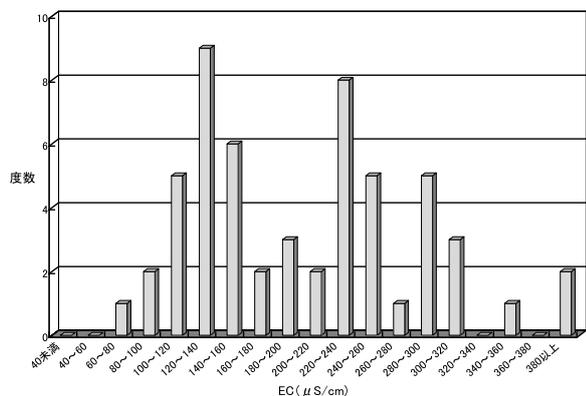


図3 ECのヒストグラム

2 イオン成分

イオン成分に、各町間で大きな差は見られなかったが、 Ca^{2+} , HCO_3^- 及び NO_3^- で特徴が見られた。

(1) Ca^{2+} 及び HCO_3^-

図4に Ca^{2+} , 図5に HCO_3^- のヒストグラムをそれぞれ示した。 Ca^{2+} , HCO_3^- ともに、より低い領域にピークが見られ、より高い領域に小さなピークが見られるなど類似した傾向を示した。

また、 Ca^{2+} , HCO_3^- ともに、旧松橋町, 旧小川町及び旧豊野町(宇城市)で他の町に比較して高い値を示しており、これはそれぞれ最高を示したTN-3(Ca^{2+} 濃度: 76.4mg/l, HCO_3^- 濃度: 249.3mg/l)及びMB-4(Ca^{2+} 濃度: 61.6mg/l, HCO_3^- 濃度: 234.8mg/l)に見られるように、より極端なCa- HCO_3^- 型の水質を示す地点の割合が多いことによる。

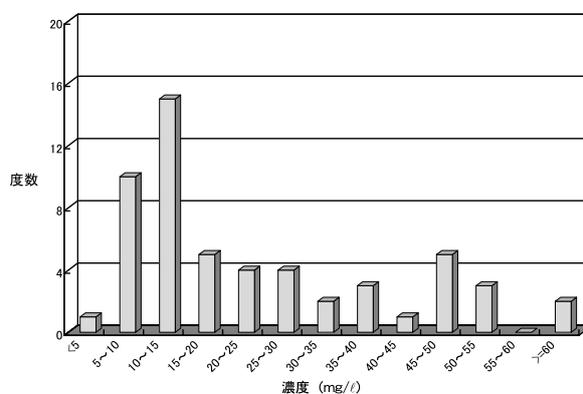


図4 Ca^{2+} のヒストグラム

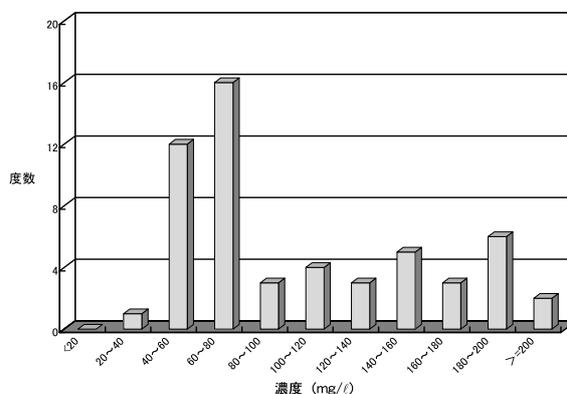


図5 HCO_3^- のヒストグラム

(2) NO_3^-

NO_3^- については、全地点の平均が8.15mg/l, 最高がCO-2の52.72mg/l, 最低がCO-6の0.98mg/lであった。

城南町と旧中央町(美里町)で、他の町に比較して高い傾向を示した。 NO_3^- については、周辺の土地利用との関係が大きいといわれており、畑地等周辺の土地利用の影響を受けているものと考えられる。特に、旧中央町(美里町)CO-1, CO-2及びCO-3では、 NO_3^- -Nとしてそれぞれ10.3 mg/l, 11.9 mg/l及び10.9

mg/ℓと飲用基準を超過するなど高い値を示した。なお、これらの地点は、既に熊本県が硝酸性窒素による地下水汚染を確認している地域であり、平成9年度に汚染機構解明調査^{4, 5)}を行い、飲用対策等の対策を行っている地域である。

半数の28地点がNO₃⁻として2～6 mg/ℓの濃度範囲にあり、美里町(旧中央町)の一部の地域を除けば、低い濃度であった。

3 トリリニアードイヤグラム

図6に各地点の水質をトリリニアードイヤグラムで表示した。トリリニアードイヤグラムでは、3つの水質に分類でき、Ⅰのアルカリ土類炭酸塩型に大部分の49地点、Ⅲのアルカリ非炭酸塩型に1地点、Ⅴの中間型に残りの5地点が含まれた。なお、Ⅱのアルカリ炭酸塩型及びⅣのアルカリ土類非炭酸塩型の水質は見られなかった。また、カチオン、アニオン別に見た場合、全ての成分の組成が大きく変動している中で、Cl⁻の組成の変動のみが小さい(5～25%)という特徴が見られた。

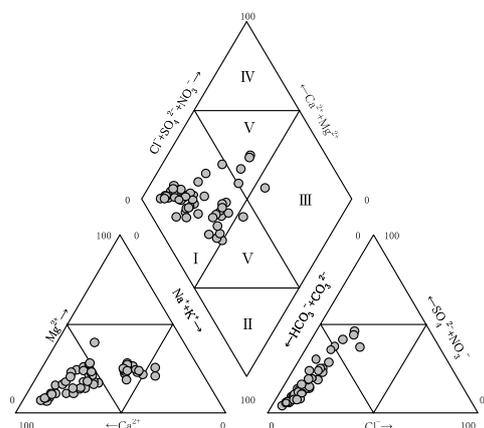


図6 トリリニアードイヤグラム

4 ヘキサダイヤグラム

各地点の次に、各地点の水質を図7～12に町別(宇城市及び美里町は旧町別)にヘキサダイヤグラムで表示した。

(1) 城南町

城南町(図7)ではNa,Ca-HCO₃型を示した。NO₃⁻が29.7mg/ℓと他の地点に比べて高い値を示している。



図7 ヘキサダイヤグラム(城南町)
(凡例は、以下、図8～13に同じ)

(2) 旧松橋町

旧松橋町(図8)では、MB-1～3の3地点がイオン成分の少ないNa-HCO₃型又はCa-HCO₃型を示し、MB-4及びMB-5の2地点がイオン成分の多いより極端なCa-HCO₃型を示した。

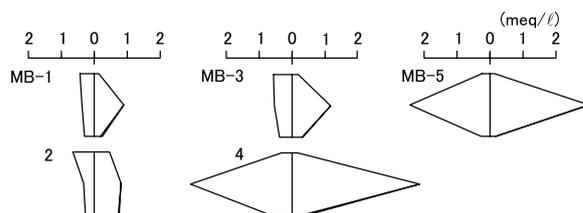


図8 ヘキサダイヤグラム(旧松橋町「宇城市」)

(3) 旧小川町

旧小川町(図9)では、全ての地点でCa-HCO₃型を示したが、地点により含まれるイオン成分の量が異なり、イオン成分の多いOG-1～4及びOG-7とイオン成分の少ないOG-5,6及び8に分けられる。

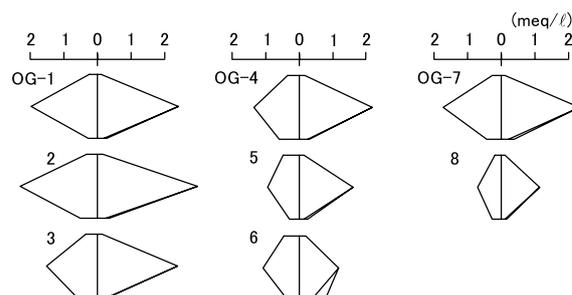


図9 ヘキサダイヤグラム(旧小川町「宇城市」)

(4) 旧豊野町

旧豊野町(図10)では、全ての地点でCa-HCO₃型を示したが、TN-3でより極端なCa-HCO₃型を示した。

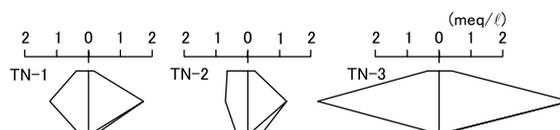


図10 ヘキサダイヤグラム(旧豊野町「宇城市」)

(5) 旧中央町

旧中央町(図11)では、CO-1～3の3地点がNO₃⁻を多く含むNa,Ca-HCO₃型を示した。これに対し、CO-4ではより極端なCa-HCO₃型を示し、CO-5～7の3地点ではイオン成分の少ないCa-HCO₃型を示した。

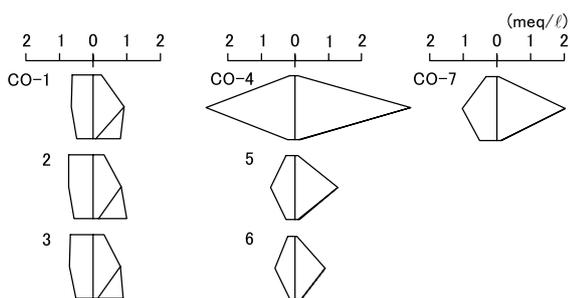


図11 ヘキサダイアグラム (旧中央町「美里町」)

(6) 旧砥用町

旧砥用町 (図12) では、全ての地点がCa-HCO₃型又はNa-HCO₃型を示した。ほぼ2/3でイオン成分が比較的少なかったものの、TM-1 ~ 5, 7及び14のようにイオン成分の多いより極端なCa-HCO₃型を示す地点も見られた。

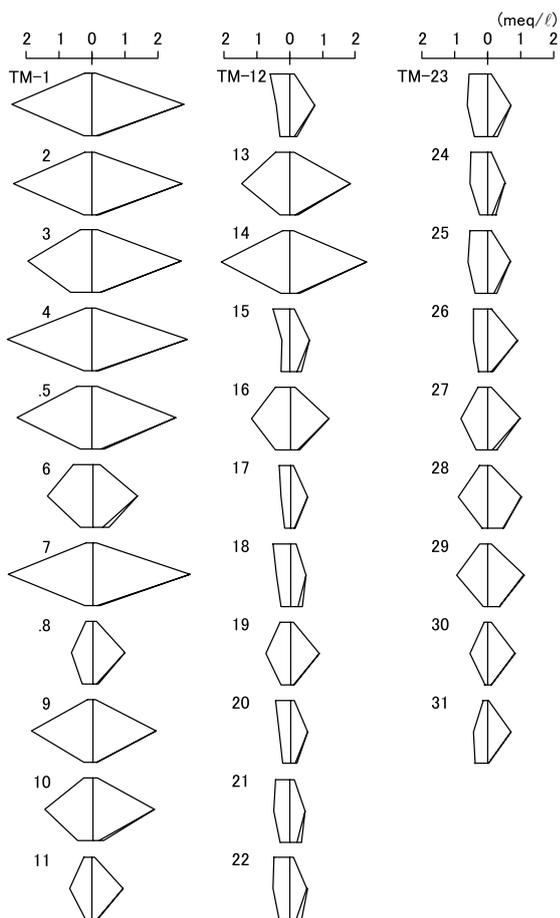


図12 ヘキサダイアグラム (旧砥用町「美里町」)

5 隣接町の湧水の水質との比較

図13に、今回の調査市町に隣接する御船町、甲佐町及び山都町から今回の調査地域により近い場所に位置する地点³⁾の水質を今回の調査結果とともにヘキサダイアグラムで表示した。

旧松橋町、旧小川町、旧豊野町及び旧中央町にわたる地域と旧砥用町及び甲佐町にわたる地域の2つの地域に比較的イオン成分の多いより極端なCa-HCO₃型の水質を示す湧水が分布していることが明らかとなった。これらの地域の湧水は、石灰岩を含む地質の影響を受けているものと考えられる。

宇城市及び下益城郡内の湧水の水質を調査した。

まとめ

宇城市及び下益城郡内の湧水の水質を調査した。

- 1) ヘキサダイアグラムでは、大部分の地点がNa-HCO₃型又はCa-HCO₃型の水質組成であり、一部の地点ではより極端なCa-HCO₃型の水質組成を示す地点も多く見られた。
- 2) 城南町及び旧中央町では、NO₃⁻濃度が高い傾向が伺え、畑地等周辺の土地利用の影響を受けているものと考えられた。特に、旧中央町の一部の地域では飲用基準を超える濃度のNO₃⁻-Nが検出された。なお、これらの地域は既にNO₃⁻-Nによる地下水汚染が確認されている地域であり、対策が進められている地域である。
- 3) 旧松橋町、旧小川町、旧豊野町及び旧中央町にわたる地域と旧砥用町及び甲佐町にわたる地域の2つの地域に比較的イオン成分の多いより極端なCa-HCO₃型の水質を示す湧水が分布しており、これらの地域の湧水は石灰岩を含む地質の影響を受けているものと考えられた。

謝辞

トリリニアードダイアグラム作成プログラムは、2003年度末に本県を退職された塘岡穰氏が作成されたものであり、ここに謝意を表します。

参考文献

- 1) 廣畑昌章：熊本県保健環境科学研究所報, 25, 54, (1995).
- 2) 廣畑昌章：熊本県保健環境科学研究所報, 26, 64, (1996).
- 3) 廣畑昌章, 小笹康人：熊本県保健環境科学研究所報, 35, 117, (2005).
- 4) 廣畑昌章, 藤田一城, 永村哲也, 松下裕, 松岡良三：熊本県保健環境科学研究所報, 28, 60, (1998).
- 5) 廣畑昌章, 藤田一城, 永村哲也, 松下裕, 松岡良三：熊本県保健環境科学研究所報, 28, 66, (1998).

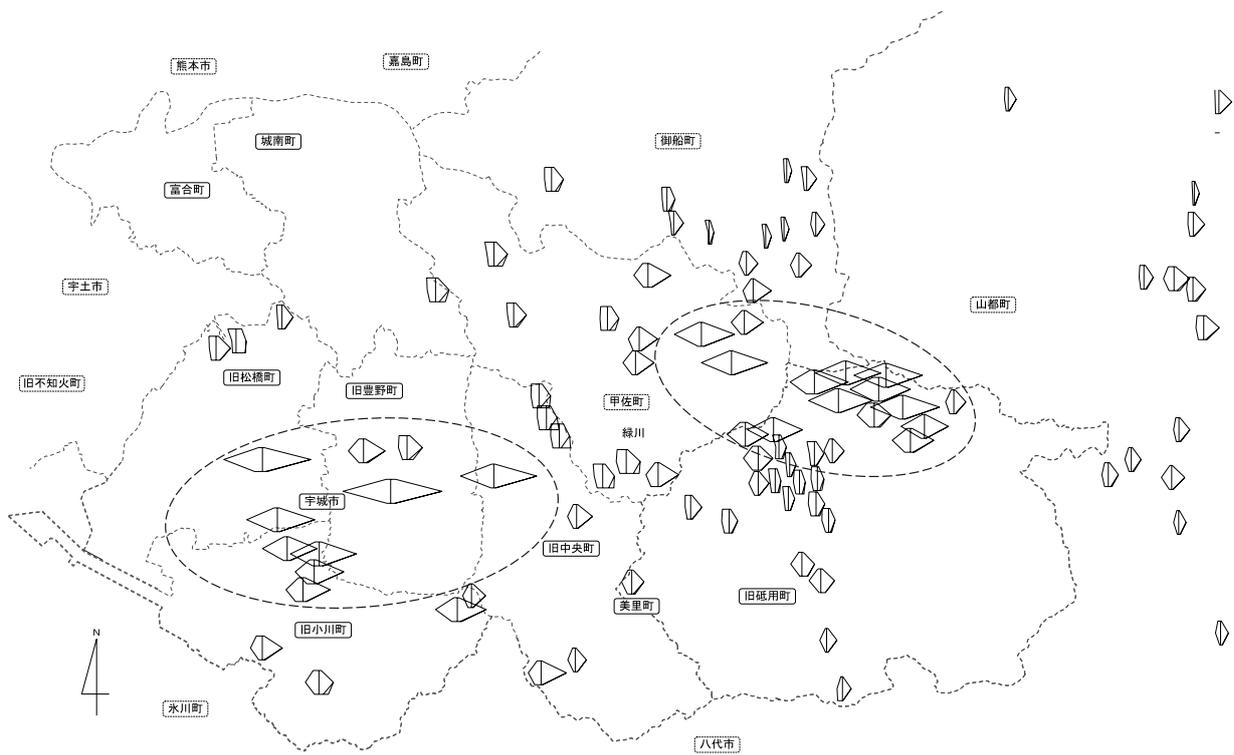


図13 宇城市，下益城郡及び上益城郡（一部のみ）の湧水のヘキサダイヤグラム
(御船町，甲佐町及び山都町の地点は既報³⁾による。)