

令和4年度富山県水道水質検査精度管理事業 (細菌検査項目)について(2022年度)

綿引 正則 小坂 真紀 木全 恵子 前西 絵美
金谷 潤一 磯部 順子 大石 和徳

Quality Control Survey of Bacterial Testing of Drinking Water in Toyama in the Fiscal Year 2022

Masanori WATAHIKI, Maki KOSAKA, Keiko KIMATA, Emi MAENISHI,
Jun-ichi KANATANI, Junko ISOBE, and Kazunori OISHI

目的：富山県では県内の水質検査を実施する検査機関について試験分析技術の向上および検査精度の確保を図るため、「富山県水道水質検査精度管理実施要領」に基づく精度管理を実施している。当所はこの精度管理の細菌検査について検体調製および検査結果の解析を担当している。ここに、2022年度に実施した検査項目「一般細菌」の調査結果について報告する。

材料と方法：

- (1) 検査項目：一般細菌
- (2) 検体等の配付年月日：2022年11月8日
- (3) 参加機関：富山県内で水道水等の水質検査を実施している検査機関で水道事業者、水道用水供給事業者、水道法第20条に規定する登録検査機関および地方公共団体の21機関
- (4) 配付検体：検体配付当日に下記のとおり枯草菌添加液を調製した。

予備試験によりあらかじめ菌数を確認した市販の枯草菌芽胞液 (1.2×10^7 cfu/mL, 栄研化学) をリン酸緩衝希釈液で100倍希釈した。希釈した枯草菌芽胞液を滅菌水に添加し、最終菌数250 cfu/mLの枯草菌添加液4.5 Lを調製した。この枯草菌添加液を150 mLずつ採水ビンに分注し、各機関へ配付した。

また、移送中および検査開始時の検体の温度を確認するため、温度モニタリング用の滅菌脱イオン水を採水ビンに150 mLずつ分注し、枯草菌添加液とともに各機関へ配付した。

- (5) 検査方法：検査担当者が通常の検査業務と同様の方法を用いて行うこととした。

- (6) 集計項目と管理基準：下記の項目について集計および解析を行った。下記の解析方法において、

X, 各機関の測定値; X_1 , 全体の中央値; X_2 , 全体の平均値; σ , 全体の標準偏差を示す。

・棄却評価基準

中央値 (X_1) $\pm 20\%$ を採択とし、それ以外は外れ値として棄却した。

・変動係数 (CV%)

= 各機関の標準偏差 (σ) / $X_1 \times 100$

・範囲 (R) = | 最大値 - 最小値 |

・Xbar-R管理図における管理基準

細菌数、平均値 ($\bar{X}$) $\pm 2\sigma$ とした管理区 [下方管理限界 (LCL) から、上方管理限界 (UCL) まで]、および範囲 (R)、UCLまでの管理区を指標とした。

・Zスコア (Z) = $(X - X_2) / \sigma$

・その他の集計項目

検査担当者の業務経験年数、各機関の検査に使用した培地の製造元、検体受取から開始までの保持時間、滅菌脱イオン水の機関到着時および検体検査時の温度

結果：

(1) 棄却評価

21機関の中央値は244であり、195以上、293以下の範囲から外れた機関aを棄却とした (表1 棄却評価1)。残りの20機関の結果について、再び棄却評価を行ったところ、棄却される機関はなかった (表1 棄却評価2)。

(2) 細菌数

20機関より報告された2回の実測値の平均値から、有効数字2桁の菌数を求め、これを測定値 (X) とした。数値の丸め方はJIS Z 8401に従った。各機関の菌数、標準偏差および変動係数

(%)を表2に、測定値(X)の度数分布(ヒストグラム)を図1に示した。

20機関全体では、菌数中央値245 cfu/mL、平均値242 cfu/mL、標準偏差は16 cfu/mL、および変動係数は1.17% (最小0.00%, 最大2.92%)であった。

20機関の測定値(X)を用いてXbar-R管理図を作成した(図2)。評価の妥当な管理範囲として、菌数は平均値(Xbar) $\pm 2\sigma$ から計算される、即ちLCL (210 cfu/mL) ~ UCL (274 cfu/mL) 内に、20機関のうち18機関は収まったが、機関bについては、LCLより小さく、また、機関uについてはUCL値を超え、管理外となった。R管理図におけるUCL(上方管理限界)は18.6であり、20機関すべて管理範囲内であった(図2)。

20機関の測定値(X)についてZスコアを算出した(図3)。Zスコアの判断基準は $|Z| \leq 2$ のとき「良好」、 $2 < |Z| < 3$ のとき「改善が必要かどうかの検討必要」、 $|Z| \geq 3$ のとき「改善措置を要する」である。18機関における菌数のZスコアは $|Z| \leq 2$ であり、「良好」と判断された。しかし、機関b及びuは、 $2 < |Z| < 3$ であり「改善が必要かどうかの検討必要」となった。

(3) その他

滅菌脱イオン水の温度は、機関到着時の平均は10.6℃(最大20.2℃、最小5.0℃)、検査開始時の平均は、9.0℃(最大18.0℃、最小4.2℃)であった。機関毎に報告された滅菌脱イオン水の温度については、図4に示した。検体配付から検査開始に至る時間の平均は、4.3時間(最大8時間、最小35分)であった(図5)。全機関が、検査方法告示[1]で規定された時間内(採水から12時間以内)に検査を行った。検査に使用した標準寒天培地の製造元については、栄研化学および日水製薬が各9機関、残りが関東化学および日研生物が各1機関であった(図6)。担当者の業務経験年数については、最小0年、最大20年で、うち3年以内の担当者が8名であった(図7)。

考察：今回の精度管理に用いた枯草菌添加液は、市販の枯草菌芽胞標準液から、最終菌数250 cfu/mLを目標に調製したものである。参加した21機関から報告された菌数について、棄却評価を行っ

たところ、1機関が外れ値となり棄却された。従って、本年度は20機関からの報告された菌数に基づき、解析した。

棄却された機関aについては、棄却時点で改善策等の報告を求めた。提出された改善策等報告書によると、その原因は集落数を数える際に計数を分割して行い、合算せずに一部の計数値のみ記載し、誤りが生じていることに気がつかず報告したとのことであった。改善策として、計数にはカウンターを使用し、計数作業を分割しないことでミスを防ぐとのことであった。一方で本来の菌数の提供を受け、改めて棄却評価を実施したところ、外れ値とはならず、操作手順等には問題はないことが確認された。

本精度管理では、枯草菌添加液とは別に滅菌脱イオン水も配付している。本検体は、検体移送及び検査実施直前までのモニタリングのため、検査機関の機関到着時及び検査実施時の検体の温度を測定し、報告を求めている。細菌検査の検体は、低温輸送、低温保管が基本である。今回、報告された滅菌脱イオン水の温度については、機関到着時では、最大20.2℃、最小5.0℃、検査実施時では、最大18.0℃、最小4.2℃であった(図4)。この温度については、検体受領後の検体の輸送状況(検体の保冷状態、輸送距離・時間)および検査開始までの機関での検体保管状況に依存している。今回、配付した検体については、約20℃の検体を配付した。このため、距離的に近い機関については検体輸送時間や輸送中の保冷時間も短く、検体到着時の温度は高くなる傾向であったと思われる(図4)。

精度管理は、検体の受け入れから検査結果の報告までのすべての工程の信頼性を担保することを目的に行われるものである。Xbar-R管理図とZスコアで管理区域から外れた機関を含めて、今回の結果を全機関で共有し、今後とも各機関においては適切な内部精度管理等を実施し、精度と検査技術の確認を行い、精度を維持することが望まれる。

文 献

1. 厚生労働省 (2003). 平成15年7月22日厚生労働省告示第261号

表1 令和4年水道水質検査精度管理：一般細菌 棄却評価

機関ID	測定1 n1	測定2 n2	測定値	棄却評価1* 195<<293	棄却評価2* 196<<294
a	109	106	108	棄却	—
b	197	204	201	採択	採択
c	217	221	219	採択	採択
d	221	221	221	採択	採択
e	227	239	233	採択	採択
f	233	234	234	採択	採択
g	232	242	237	採択	採択
h	237	239	238	採択	採択
i	241	243	242	採択	採択
j	242	246	244	採択	採択
k	251	237	244	採択	採択
l	247	245	246	採択	採択
m	243	251	247	採択	採択
n	247	249	248	採択	採択
o	247	250	249	採択	採択
p	255	243	249	採択	採択
q	247	250	249	採択	採択
r	250	249	250	採択	採択
s	254	248	251	採択	採択
t	262	248	255	採択	採択
u	277	284	281	採択	採択
			機関数	21	20
			中央値	244	245
			平均値	235	242

表2 一般細菌 結果

機関ID	実測値 n1	実測値 n2	測定値	測定値(X)	各機関内 標準偏差	各機関 変動係数(%)
b	197	204	201	200	3.5	1.75
c	217	221	219	220	2.0	0.91
d	221	221	221	220	0.0	0.00
e	227	239	233	230	6.0	2.61
f	233	234	234	230	0.5	0.22
g	232	242	237	240	5.0	2.08
h	237	239	238	240	1.0	0.42
i	241	243	242	240	1.0	0.42
j	242	246	244	240	2.0	0.83
k	251	237	244	240	7.0	2.92
l	247	245	246	250	1.0	0.40
m	243	251	247	250	4.0	1.60
n	247	249	248	250	1.0	0.40
o	247	250	249	250	1.5	0.60
p	255	243	249	250	6.0	2.40
q	247	250	249	250	1.5	0.60
r	250	249	250	250	0.5	0.20
s	254	248	251	250	3.0	1.20
t	262	248	255	260	7.0	2.69
u	277	284	281	280	3.5	1.25
			機関数	20		
			中央値 (cfu/mL)	245		
			平均 (Xbar, cfu/mL)	242		
			標準偏差 (σ, cfu/mL)	16		
			全機関変動係数(%)	1.17		

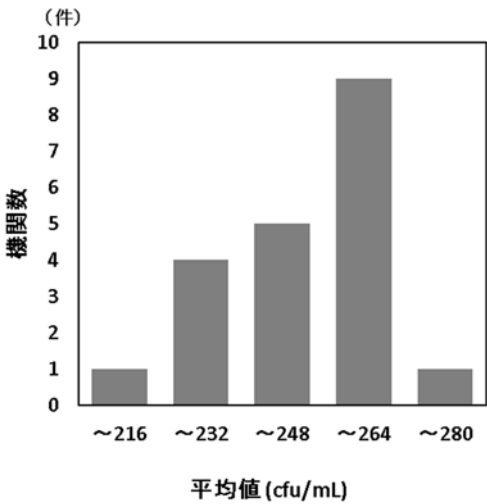


図1 一般細菌数〔測定値 (X)〕の度数分布

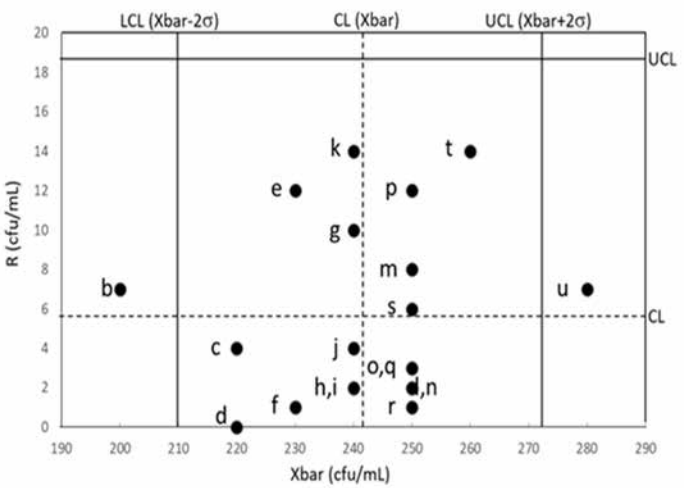


表2 一般細菌 Xbar-R 管理図

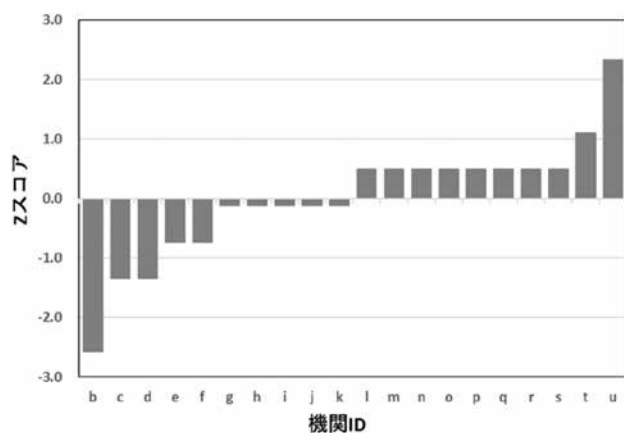


図3 Zスコアによる機関順位

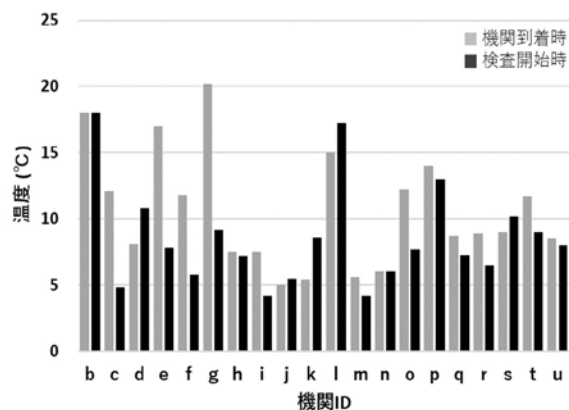


図4 機関到着時および検査開始時の検体4の温度

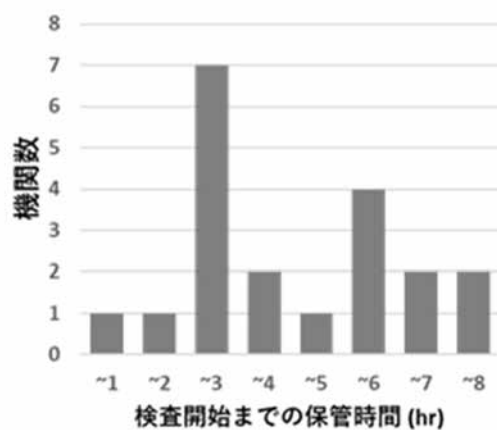


図5 検体受け取りから検査開始までの保管時間

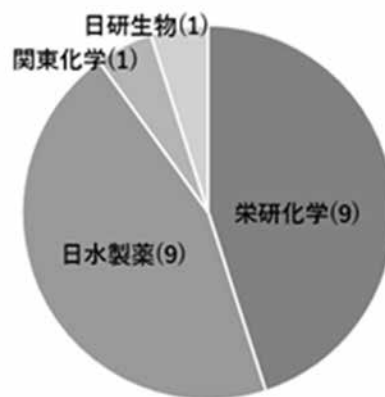


図6 使用した寒天培地の製造元

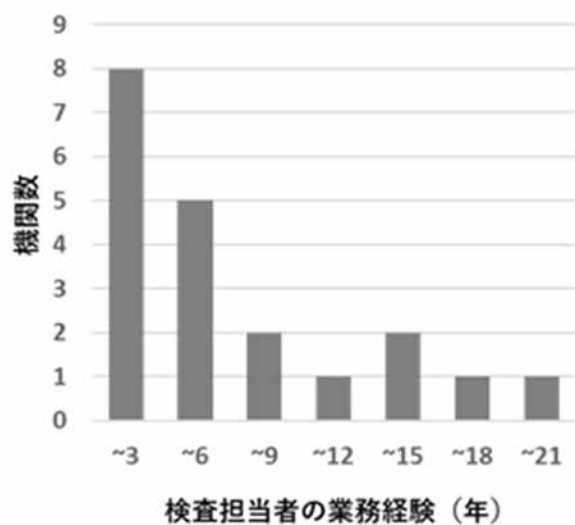


図7 検査担当者の業務経験年数の分布