

【報告事項①】

高知県四万十川の保全及び流域の振興
に関する基本条例施行規則の改正
について

高知県四万十川の保全及び流域の振興に関する基本条例施行規則の改正内容について

1 改正理由

条例施行規則第 36 条に記載されている清流基準について、従来の清流度計による調査は測定結果に個人差が生じることや目標物の様子を複数人で確認できない等の課題があった。今回、調査精度の向上及び実用性を考慮し、水中カメラを用いた新手法を追加する。

2 改正内容

別表第 3（第 36 条関係）

項目	測定方法	算定方法
清流度	1 略 2 測定は、2 人で行い、1 人は、ブラックディスク（直径 20 センチメートルの円板の表面をつや消しの黒で塗り、持ち手を取り付けたものとする。以下同じ。）を水面に垂直になるように水中に入れ、水平に移動させる。もう 1 人は、清流度計（内側をつや消しの黒で塗り、側面の窓は透明なアクリル樹脂板で、水中を水平方向に見るため内部に窓から 45 度の角度で鏡を設置したものとする。以下同じ。）で水中のブラックディスクを<u>目視し、又はビデオカメラその他の撮影機器（以下「ビデオカメラ等」という。）を用いて撮影した水中のブラックディスクの映像をタブレット端末等により現場で確認し、これらが見えなくなるときの清流度計又はビデオカメラ等とブラックディスクとの間の水平距離を測定する。</u>	略

3 改正作業スケジュール

- 令和 6 年 3～5 月 高知県衛生環境研究所と協議、修正案の調整等
- 5～6 月 四万十川流域保全振興委員会会長への報告、書面審議
- 7～8 月 県法務文書課による内容確認
- 9～10 月 パブリックコメントの実施（R6. 9. 17～R6. 10. 17）
- 10～11 月 条例施行規則改正の起案、決裁後、公布（R6. 11. 15 公布）

【参考】関係論文

内田圭亮: デジタル技術を活用した清流度の新規測定法の検討について, 高知県衛生環境研究所報, 第 4 号, 48-51, 2023

<所報 URL>

https://www.pref.kochi.lg.jp/doc/syohou-link/file_contents/file_20233153101218_1.pdf

【参考】関係条例抜粋

【高知県四万十川の保全及び流域の振興に関する基本条例】

(清流基準)

第 23 条 知事は、四万十川の清流を保全するため、清流基準を定めるものとする。

2 清流基準は、環境基本法（平成 5 年法律第 91 号）第 16 条第 1 項の規定により定められた四万十川に係る環境基準のほか、次に掲げるものとする。

(1) 清流度（河川の水質に関し水平方向に見通した透明性を表す数値で、規則で定める方法により測定するものをいう。）

(2) 窒素に係る指標

(3) 磷りに係る指標

(4) 水生生物に係る指標

3 前項各号に掲げる清流基準は、環境基本法第 16 条第 2 項に規定する類型（類型が設けられていない水域については、これに相当する類型）及び知事が必要があると認める地点ごとに規則で定める。

4 知事は、第 2 項各号に掲げる清流基準について、常に適切な科学的判断を加え、必要があると認めるときは、改定するものとする。

5 知事は、この条例に定める方策であって四万十川の保全に係るものを総合的かつ有効適切に講ずることにより、清流基準が確保されるように努めるものとする。

【高知県四万十川の保全及び流域の振興に関する基本条例施行規則】

(清流基準)

第 36 条 条例第 23 条第 2 項各号に掲げる清流基準の測定方法及び算定方法は、別表第 3 に定めるとおりとする。

2 条例第 23 条第 3 項の規定により規則で定める清流基準は、別表第 4 に定めるとおりとする。

【参考 2】

第 30 回高知県四万十川流域保全振興委員会（書面会議）

資料②「第 2 号議案 高知県四万十川の保全及び流域の振興に関する基本条例施行規則の改正内容について」抜粋

2 改正内容（案）

別表第 3（第 36 条関係）

項目	測定方法	算定方法
清流度	1 略 2 測定は、2 人で行い、1 人は、ブラックディスク（直径 20 センチメートルの円板の表面をつや消しの黒で塗り、持ち手を取り付けたものとする。以下同じ。）を水面に垂直になるように水中に入れ、水平に移動させる。もう 1 人は、清流度計（内側をつや消しの黒で塗り、側面の窓は透明なアクリル樹脂板で、水中を水平方向に見るため内部に窓から 45 度の角度で鏡を設置したものとする。以下同じ。）で水中のブラックディスクを目視し、これが見えなくなるときの清流度計とブラックディスクとの間の水平距離を測定する。<u>ただし、清流度計による水中のブラックディスクの目視については、水中に沈めたデジタルカメラを用いて撮影した水中のブラックディスクの映像をタブレット端末等により現場で確認する方法に代えることができる。</u>	略

高知県四万十川の保全及び流域の振興に関する基本条例施行規則の一部を改正する規則新旧対照表

改正後			改正前		
別表第3（第36条関係）			別表第3（第36条関係）		
項目	測定方法	算定方法	項目	測定方法	算定方法
清流度	1 測定は、降雨後4日以上を経過し、水質が安定している日を選び、直射日光を避けながら、水深0.3メートルから1.0メートルまでの平瀬で行う。 2 測定は、2人で行い、1人は、ブラックディスク（直径20センチメートルの円板の表面をつや消しの黒で塗り、持ち手を取り付けたものとする。以下同じ。）を水面に垂直になるように水中に入れ、水平に移動させる。もう1人は、清流度計（内側をつや消しの黒で塗り、側面の窓は透明なアクリル樹脂板で、水中を水平方向に見るため内部に窓から45度の角度で鏡を設置したものとする。以下同じ。）で水中のブラックディスクを<u>目視し、又はビデオカメラその他の撮影機器（以下「ビデオカメラ等」という。）を用いて撮影した水中のブラックディスクの映像をタブレット端末等により現場で確認し、これらが見えなくなるときの清流度計又はビデオカメラ等とブラックディスクとの間の水平距離を測定する。</u>	略	清流度	1 測定は、降雨後4日以上を経過し、水質が安定している日を選び、直射日光を避けながら、水深0.3メートルから1.0メートルまでの平瀬で行う。 2 測定は、2人で行い、1人は、ブラックディスク（直径20センチメートルの円板の表面をつや消しの黒で塗り、持ち手を取り付けたものとする。以下同じ。）を水面に垂直になるように水中に入れ、水平に移動させる。もう1人は、清流度計（内側をつや消しの黒で塗り、側面の窓は透明なアクリル樹脂板で、水中を水平方向に見るため内部に窓から45度の角度で鏡を設置したものとする。以下同じ。）で水中のブラックディスクを<u>目視し、これが見えなくなるときの清流度計とブラックディスクとの間の水平距離を測定する。</u>	略

デジタル技術を活用した清流度の新規測定法の検討について

内田 圭亮

A New Measurement of Water Clarity Utilizing Digital Technology

UCHIDA Keisuke

【要旨】 清流度の新たな測定方法として、小型の水中カメラで撮影した映像をタブレット端末等でリアルタイムに確認する方法を考案し、実証試験を行った。

全 26 地点の結果から、新たな測定方法は従来の測定方法と同等の測定が可能であり、清流度の基準値の最大値 14 m 以上の距離でも測定できることから、従来の測定方法の代替法として運用できると考えられた。

Key words : 清流度、デジタル技術、水中カメラ

Water Clarity, Digital Technology, Underwater Camera

1. はじめに

近年のドローン、ウェアラブルカメラ等の機器及び AI 技術の普及に伴い、これらの技術を用いた業務の効率化や経験則によっていた作業の平準化が医療、農業、漁業等の様々な分野で広がりを見せている。環境の分野においても、ドローン等の機器や画像認識技術を利用することで、多くの人員や時間を費やしていた作業の自動化、効率化等が進められている。

本研究では、「高知県四万十川の保全及び流域の振興に関する基本条例」（以下、「四万十川条例」という。）第 23 条第 2 項に基づく清流度の測定について、水中カメラで撮影した映像をタブレット端末等でリアルタイムに確認する方法（以下、「新測定法」という。）を考案し、従来の方法と同様の測定が可能であるか実証試験を行い、清流度測定の効率化、平準化等について検討した。

現在使用されている清流度計の歴史は、1995 年～1997 年度に行われた「四万十川のにごり実態調査」¹⁾の中に原点がある。当時の水平方向の透明度（のちの清流度）の測定は、透明度板（直径 30 cm の白色板）が水平方向に可視できなくなる距離を測定者自身が潜って確認する方法で行われていた（図 1）。しかし、この潜水測定は冬季の調査が困難であったため、1997 年度からは反射鏡を使った簡易器具による非潜水調査も並行して実施された。

今回考案した新測定法は、この簡易器具（現在の清流度計）の誕生から四半世紀を経て技術革新を行うものとなる。



図 1 当時の潜水測定の様子

2. 調査内容

2.1. 清流度の測定方法

清流度は四万十川条例第 23 条で「河川の水質に関し水平方向に見通した透明性を表す数値」と定義され、その測定方法は四万十川条例施行規則の別表第 3 に定められている。

測定は2人で行い、清流度計を持った測定者が水中のブラックディスク（黒色板）を目視し、もう1人がブラックディスクを水平方向に移動させる。このブラックディスクが見えなくなるときの水平距離が、清流度（m）となる（図2）。

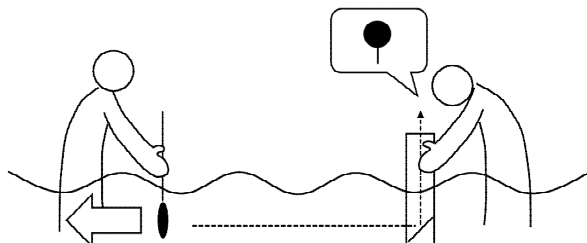


図2 清流度測定イメージ

2.2. 測定機器

従来の清流度計による測定（以下、「従来法」という。）では、四万十川条例施行規則別表第3に規定される清流度計（内側をつや消しの黒で塗り、側面の窓は、透明なアクリル樹脂板で、水中を水平方向に見るため内部に窓から45度の角度で鏡を設置したもの）を用いた（図3）。目標物には、四万十川条例施行規則別表第3で定めるブラックディスクに加え、同径の白色板を用いた。

新測定法は清流度計の代わりに水中カメラとタブレット端末を用いる方法とし、画面上で目標物が見えなくなったときの水中カメラとの距離を清流度とした。水中カメラは可変式の固定具で塩化ビニル製のパイプに固定し、水深や地形に合わせてカメラ位置を調整できるようにした。また、水中で電波が遮断されないように、補助ケーブルで水中カメラとタブレット端末を接続した状態で測定を行った（図3、表1）。



図3 使用した測定機器（左：新測定法、中央：従来の清流度計、右：目標物（黒色板））

表1 新測定法に使用した機器一覧

機器	製品名
水中カメラ	GoPro, Inc. 製 HER07 ブラック
補助ケーブル	(株) ルミカ製 Bi Wireless Line

2.3. 室内試験

表2に示すカメラ及びタブレット端末の明るさ等の設定によって目標物の見え方に差が生じるかを検証するため、事前試験を実施した。河川では底質の巻き上げにより繰り返しの試験が困難となることを考慮し、事前試験は室内試験で行った。

室内試験はアクリル水槽（縦8cm、横30cm、高さ18.5cm）内に模擬濁水（河原の土壌を水に懸濁させ、透視度を約20cmに調整したもの）を入れ、水槽内で水平方向に小型の黒色板（直径3cm）を動かすことで清流度の測定を再現した（図4）。

表2 確認した項目一覧

設定する機器	項目
防水カメラ	EV 修正、ISO、ホワイトバランス、カラー
タブレット端末	明るさ



図4 室内試験の様子

撮影は水槽にカメラを密着させた状態で行い、小型の黒色板が見えなくなるまで位置を動かした後、カメラ及びタブレット端末の設定を変更して、画面上での見え方を確認した。

2.4. 実証試験の地点、期間

四万十川条例で定める四万十川水系10地点に加え、当所が継続して清流調査を実施している仁淀川水系の10地点²⁾（全11地点の内、工事の影響のため「日下川」を除く）及び黒尊川6地点（四万十川条例と重複する1地点を含む）³⁾の計26地点を測定地点とした。

測定は、2022年度の清流調査と並行して、仁淀川水系は10月31日～11月1日、四万十川水系は11月7日～8日、黒尊川については11月28日に実施した。

3. 調査結果

3.1. 室内試験の結果

カメラ及びタブレット端末の設定による目標物の見え方に明確な差は見られなかった。以降の実証試験は、カメラは表3に示す設定で、タブレット端末の明るさは設定範囲の中央値で行った。

表3 カメラの設定値

設定項目	設定値
解像度	1440
フレーム/秒	60
アスペクト比	4:3
EV 修正	0.0
ISO 最小	100
ISO 最大	1600
ホワイトバランス	自動
シャープネス	高
カラー	GoPro カラー
低光	ON
ビデオ安定化	ON
広角	OFF

3.2. 実証試験の結果

新測定法による清流度測定の様子を図5に、測定結果を図6に示す。

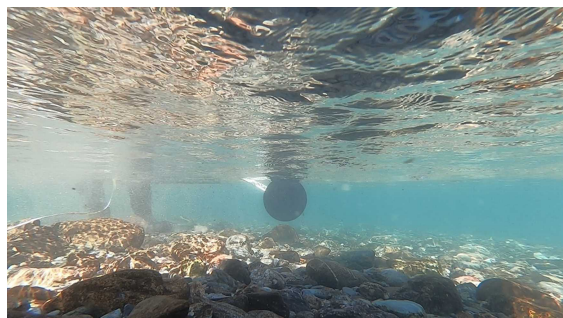


図5 新測定法による測定の様子（上）と撮影した目標物（下）（ともに実証試験と別日に撮影）

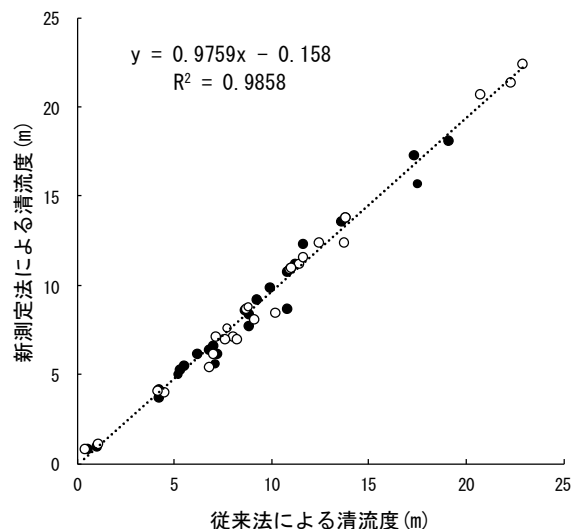


図6 両測定法の比較

（●：黒色板の測定結果、○：白色板の測定結果、点線：近似直線）

今回の実証試験の結果では、従来法と新測定法の測定結果は、目標物の色にかかわらず概ね直線関係にあった。また、従来法と新測定法の差は最大で-2.1 m、平均で-0.38 m となった（表4）。

表4 両測定法の最大値、最小値及び差 (m)

		従来法	新測定法
最大値	黒	19.1	18.1
	白	22.9	22.4
最小値	黒	0.5	0.8
	白	0.4	0.8
差の範囲		-2.1~+0.7	
差の平均値		-0.38	

4. 考察

4.1. 新測定法の実用性

2004年度に四万十川水系で実施された清流度の調査では、当所の測定値と流域の住民グループの測定値を比較すると、年平均値で-1.05 m~+3.18 mの差が見られており⁴⁾、今回の実証試験の測定方法による差は、従来法の測定者による差と比較しても十分な精度があると思われる。

また、清流度の基準値の最大値14 m以上の距離でも測定できることから、新測定法は従来法の代替法として運用できると考えられた。

4.2. 新測定法の留意点

新測定法では画面を通して目標物を確認するため、従来法と比較して目標物が小さく見える（図6）。そのため清流度が高くなる地点ではズーム機能を使用するなど、タブレット端末側の工夫が必要である。

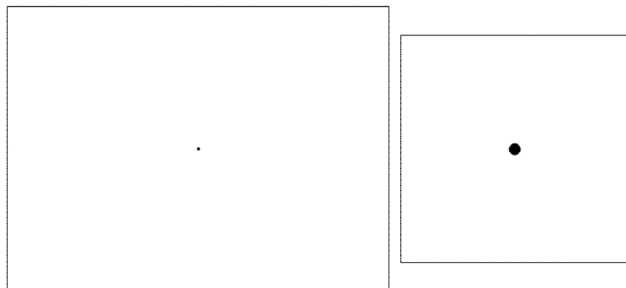


図6 目標物（25 m先）の見え方のイメージ図
（左：新測定法で視野を撮影画面（ズーム機能使用）とした場合、右：従来法で視野を清流度計の側面窓の面積12.5 cm×12.5 cmとした場合）

5. 今後の展望

従来法には個人差が生じることや目標物の様子を複数人で確認できない等の課題があった。新測定法では、画面を通して確認することでこれらの課題を解消でき、水中の記録も可能であることから、調査手法としての精度がより高くなると考えられる。

また、新測定法はタブレット端末側の機器によってリアルタイムの映像を河原で確認できるため、環境学習の場においても有効であると考えられる。

将来的には、地形の影響で目標物が見えなくなるまで遠ざけることができない場合でも、距離ごとの見え方の変化を撮影データから解析することで清流度を算出するなど、測定方法のデジタル化によるさらなる応用が期待される。

文献

- 1) 堀内泰男ら：四万十川のにごり機構解析調査の概要. 高知県環境研究センター所報,14,13-35,1997
- 2) 丁野可愛ら：仁淀川における清流基準調査について(2015年度～2018年度). 高知県衛生環境研究所報,1,63-74,2019
- 3) 松木葵, 大森真貴子, 貞岡秀俊：黒尊川清流保全モニタリング状況について. 高知県環境研究センター所報,31,47-56,2014
- 4) 大森真貴子, 堀内泰男：四万十川流域における清流基準調査. 高知県環境研究センター所報,21,13-22,2004