

ダム貯水池における水質調査の合理化について

平良 真順

沖縄総合事務局 北部ダム統合管理事務所 広域水管理課 (〒905-0019 沖縄県名護市大北3-19-8)

ダム貯水池の水質調査は、主に水質汚濁に係る環境基準項目について、貯水池の水質・底質の状況を監視することで、その実態を経年的、長期的に把握し、適切なダム貯水池の水管理を行うことを目的として実施する調査である。

今回、国管理ダムの過去の経年変化並びに沖縄県公共用水域水質測定計画を踏まえ、ダム貯水池における水質調査の合理化について検討したのでその内容を報告するものである。

キーワード ダム貯水池 水質調査 合理化

1. はじめに

北部ダム統合管理事務所においては、福地ダムをはじめとする8ダムを管理している。管理開始後今年度に入り、福地ダムでは既に37年目、最近管理した羽地ダムでは7年目となり、その間、水質異常による利水障害の発生はなく、長期間にわたり安定的な水質状況にあると見られることから、これまで蓄積された水質調査結果をもとにその調査内容について合理化の余地があると考えられた。

一方、「ダム貯水池調査要領（平成8年1月）」（以下「調査要領」という）においては、「各ダムの実情に応じて調査内容を検討・工夫するものとする」と記載されている。このことから、今回各ダムの水質状況を把握し、調査要領で規定する定期調査、出水時調査を対象に以下の視点で合理化の検討を行ったので報告するものである。

- ・経年的変化の検証
- ・調査実施の検討
- ・県内の公共用水域の水質測定状況との整合



2. 合理化の視点

（1）経年的変化の検証

測定地点・項目については、ダム貯水池において複数地点で測定されている同一測定項目を対象に、各地点の測定結果をもとに経年的変化を把握し測定地点の妥当性を検証するとともに、環境基準項目以外の測定項目について継続実施の必要性を検証し、合理化の可能性を検討した。

（2）調査実施の検討

出水時調査については、過去に水質変化が生じていない、また、直近5カ年ににおいて水質問題（濁水の長期化等）が生じていないか確認し、合理化の可能性を検討した。

（3）沖縄県内の公共用水域における水質測定計画との整合

沖縄県内の公共用水域における水質測定状況を確認し、環境基準項目の調査頻度の整合性について、比較検討し合理化の可能性を検討した。

3. 合理化の概要

今回、大保ダムを除く7ダムで合理化の検討を行っているが、本報告では福地ダムについて検討内容を例として挙げ合理化の概要について紹介する。

(1) 基本事項

調査要領に規定する定期調査、出水時調査を対象に現在実施している水質調査の合理化を検討した。

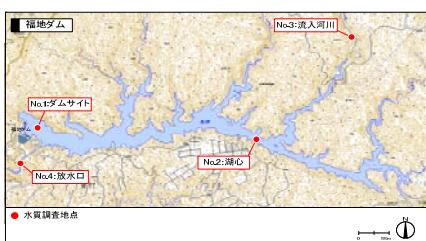
なお、合理化に際しては以下の計画を踏まえて行った。

- ・沖縄県公共用水域水質測定計画(河川)
- ・沖縄県企業局水質管理計画(水源)

(2) 合理化案の概要

1) 生活環境項目

生活環境項目【PH、DO、BOD、SS、大腸菌群数、T-N, T-P, COD、全亜鉛】については、貯水池におけるダムサイト(No1)・湖心(No2)の2地点について経年変化を比較検討した。

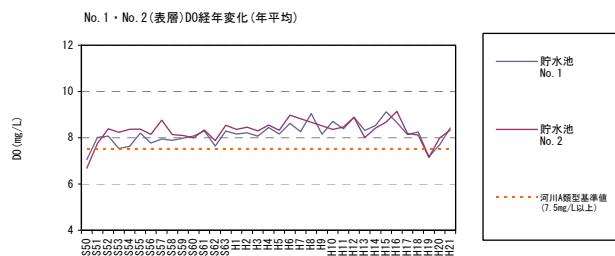


水質調査地点図(福地ダム)



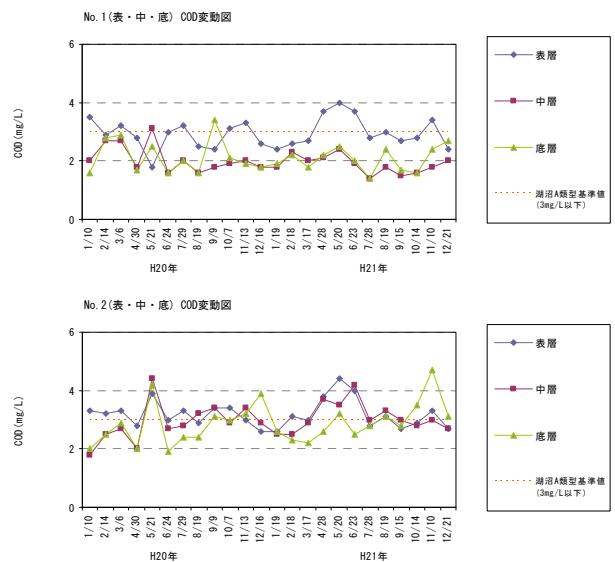
地点間のDO月別変化(図-1)

その結果、DOについては、図-1のとおり、測定地点間において表層の挙動はほぼ同じ、中・底層もほぼ同様の水質挙動であることが確認された。



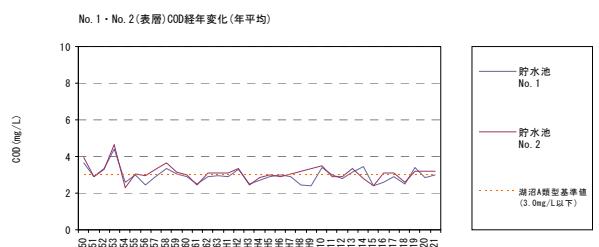
地点間のDO経年変化(図-2)

また、図-2のとおり経年変化(表層)も大きな違いは見られず、水質挙動に大きな変化はないことが分かった。



地点間のCOD月別変化(図-3)

CODについては、図-3のとおり湖心(No2)が若干高い傾向を示しているが、両地点とも環境基準値(3 mg/L)前後で推移している。



地点間のCOD経年変化(図-4)

調査日付		平成22年2月19日		環境基準値	
測定項目(記号)	単位	貯水地No.1(表層)	貯水地No.2(表層)	改定前	改定後
カドミウム	(mg/L)	<0.0005	<0.0005	0.01mg/L以下	0.01mg/L以下
全シアン	(mg/L)	<0.01	<0.01	検出されないこと。	検出されないこと。
鉛	(mg/L)	<0.005	<0.005	0.01mg/L以下	0.01mg/L以下
6価クロム	(mg/L)	<0.01	<0.01	0.05mg/L以下	0.05mg/L以下
ヒ素	(mg/L)	<0.005	<0.005	0.01mg/L以下	0.01mg/L以下
総水銀	(mg/L)	<0.0005	<0.0005	0.0005mg/L以下	0.0005mg/L以下
アルキル水銀	(mg/L)	<0.0005	<0.0005	検出されないこと。	検出されないこと。
PCB(ポリ塩化ビフェニル)	(mg/L)	<0.0005	<0.0005	検出されないこと。	検出されないこと。
チウラム	(mg/L)	<0.0006	<0.0006	0.006mg/L以下	0.006mg/L以下
シマジン	(mg/L)	<0.0001	<0.0001	0.003mg/L以下	0.003mg/L以下
チオベンカルブ	(mg/L)	<0.0001	<0.0001	0.02mg/L以下	0.02mg/L以下
セレン	(mg/L)	<0.001	<0.001	0.01mg/L以下	0.01mg/L以下
フッ素	(mg/L)	<0.05	<0.05	0.8mg/L以下	0.8mg/L以下
ホウ素	(mg/L)	0.02	0.01	1mg/L以下	1mg/L以下
トリクロロエチレン	(mg/L)	<0.0001	<0.0001	0.03mg/L以下	0.03mg/L以下
テトラクロロエチレン	(mg/L)	<0.0001	<0.0001	0.01mg/L以下	0.01mg/L以下
四塩化炭素	(mg/L)	<0.0001	<0.0001	0.02mg/L以下	0.02mg/L以下
ジクロロメタン	(mg/L)	<0.0001	<0.0001	0.02mg/L以下	0.02mg/L以下
1,2-ジクロロエタン	(mg/L)	<0.0001	<0.0001	0.004mg/L以下	0.004mg/L以下
1,1,1-トリクロロエタン	(mg/L)	<0.0001	<0.0001	1mg/L以下	1mg/L以下
1,1,2-トリクロロエタン	(mg/L)	<0.0001	<0.0001	0.006mg/L以下	0.006mg/L以下
1,1-ジクロロエレン	(mg/L)	<0.0001	<0.0001	0.02mg/L以下	0.1mg/L以下
シメ-1,2-ジクロロエチレン	(mg/L)	<0.0001	<0.0001	0.04mg/L以下	0.04mg/L以下
1,3-ジクロロプロパン	(mg/L)	<0.0001	<0.0001	0.002mg/L以下	0.002mg/L以下
ベンゼン	(mg/L)	<0.0001	<0.0001	0.01mg/L以下	0.01mg/L以下
1,4-ジオキサン	(mg/L)	<0.005	<0.005	—	0.05mg/L以下

注) 平成21年11月30日 球磨省告示78号において、項目の追加および基準値の変更が行われた。

変更内容は以下のとおりである。

1,4-ジオキサン 基準値 0.05mg/L以下 の追加

1,1-ジクロロエチレンの基準値の変更 前 0.02mg/L以下から後 0.1mg/L以下

項目および基準値は改定前後を併記し、改定項目は朱書きに示した。

地点間の健康項目測定結果(図-5)

なお、ダム貯水池に重金属等の流入があった場合は、貯水池内に残留・蓄積がされやすいこと及び主要な水道水源である。このことから水質異常時の対応として、測定結果が環境を超えることが確認された場合は、監視体制の強化を図り、原因の究明等を検討することとしている。

3) 底質項目

底質項目【重金属等を含む21項目】については、濁水や富栄養化、底質残存の可能性がある重金属、底層嫌気化に伴う水質影響物質が測定項目とされている。

調査要領では、底質測定項目の内、健康項目は測定値が基準値以下であることが確認され、流域の状況に変化が認められない限り測定頻度を低減できるとしているが、図-6からダム貯水池の底質からFe・Mn等の溶出が見られる状況であり、沖縄の主要水源であることを踏まえ、現測定体制を継続することとした。

また、図-4のとおり経年的変化を見ても環境基準値を前後で推移しており、水質挙動に大きな違いが無いことが確認された。

その他の項目についても、測定地点間において月別及び経年的変化も同様の挙動が確認された。

このことから生活環境項目については、2地点で水質監視を行っていたところを、ダムサイト1地点のみによる監視によりダム貯水池の水質管理を行うとする合理化が可能となった。

2) 健康項目

健康項目【カドミウム等27項目】については水質・流域状況及び「調査要領」を踏まえ、測定頻度の合理化が可能と判断した。

- ・県内のダム以外の公共用水域(河川)の測定頻度は年1回である。
- ・流域内に重金属等の排出事業所は無い。
- ・継続して測定値が環境基準値を満足している。

合理化の内容は、測定頻度を年2回から年1回に見直しをするとともに、測定時期は深度方向の水質が一様化する循環期(1月)とした。さらに、図-5により湖心(No2)はダムサイト(No1)と比較しても水質状況に違いが無いことから測定地点から除外することとした。

調査日付		平成21年8月19日		平成20年8月19日	
測定項目(記号)	単位	貯水地No. 1	貯水地No. 2	貯水地No. 1	貯水地No. 2
泥色	-	灰オリーブ	灰オリーブ	灰オリーブ	灰オリーブ
臭気	-	硫化水素臭	硫化水素臭	硫化水素臭	硫化水素臭
泥温	(°C)	22.1	20.9	19.3	20.0
粗礫分(75~19mm)	(%)	0.0	0.0	0.0	0.0
中礫分(19~4.75mm)	(%)	0.1	0.0	0.0	0.0
細礫分(4.75~2.00mm)	(%)	0.1	0.2	0.0	0.0
粗砂分(2.00~0.85mm)	(%)	0.2	0.2	0.1	0.0
中砂分(0.85~0.25mm)	(%)	0.2	0.0	0.4	0.3
細砂分(0.25~0.075mm)	(%)	0.2	1.4	4.3	5.4
シルト分(0.075~0.005mm)	(%)	31.8	34.8	61.7	63.5
粘土分(0.005mm以下)	(%)	67.4	63.4	33.5	30.8
強熱減量	(%)	9.4	9.2	8.8	9.2
COD	(mg/g)	31	33	17	25
総窒素	(mg/g)	2.1	1.9	1.6	2.1
総りん	(mg/g)	0.43	0.45	0.51	0.44
硫化物	(mg/g)	0.18	0.15	0.26	0.14
鉄	(mg/g)	55.6	41.4	26.8	22.4
マンガン	(mg/kg)	1635.94	588.63	639.98	462.49
カドミウム	(mg/kg)	0.25	0.22	0.31	0.25
鉛	(mg/kg)	10.7	12.6	11.6	7.3
6価クロム	(mg/kg)	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
ヒ素	(mg/kg)	8.8	4.9	12.8	11.6
総水銀	(mg/kg)	0.171	0.144	0.115	0.093
アルキル水銀	(mg/kg)	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
PCB(ポリ塩化ビフェニル)	(mg/kg)	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
チウラム	(mg/kg)	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
シマジン	(mg/kg)	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
チオバニカルブ	(mg/kg)	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
セレン	(mg/kg)	0.42	0.34	0.67	0.75

地点間の底質項目測定結果（図-6）

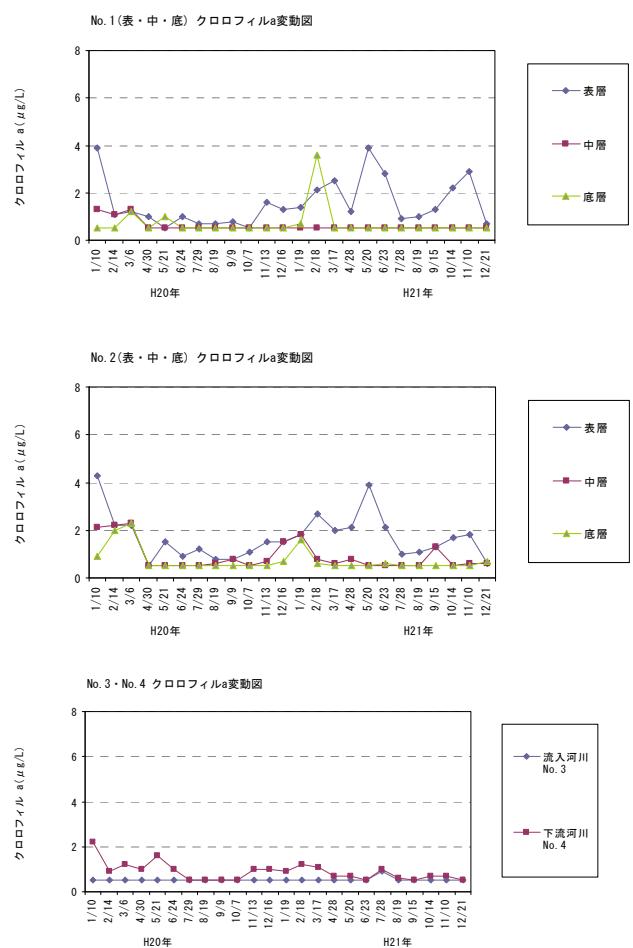
4) 富栄養化関連項目

富栄養化関連項目【無機態窒素3態、無機態りん、フェオフィチン、クロロフィルa、植物プラ】については、局所的・短日的なアオコ等の発生はあるが、利水障害に至るような富栄養化現象が確認されていないことから定期調査の測定頻度（毎月1回）を低減可能と判断した。

富栄養化現象が確認された場合等は追加調査で対応する。

ダム貯水池の合理化内容としては、測定地点はダムサイト（No1）地点のみに見直しするとともに、測定頻度は年12回→年2回（8月、1月）とした。見直し後の測定時期は、貯水池の成層の有無等を踏まえて夏季成層期と冬季循環期とした。

また、過去の調査結果（図-7）よりクロロフィルaについては、流入・放流水の負荷量は小さく、平常時の監視の必要性が小さいと判断し、流入河川及び放流口の測定地点は除外することとした。



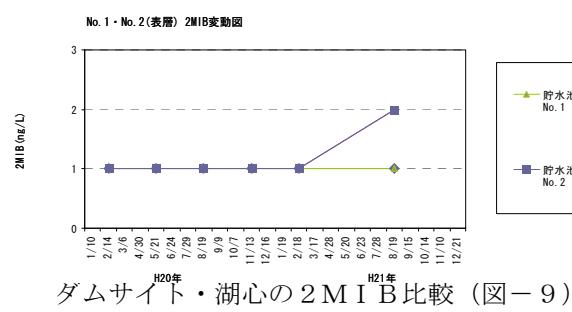
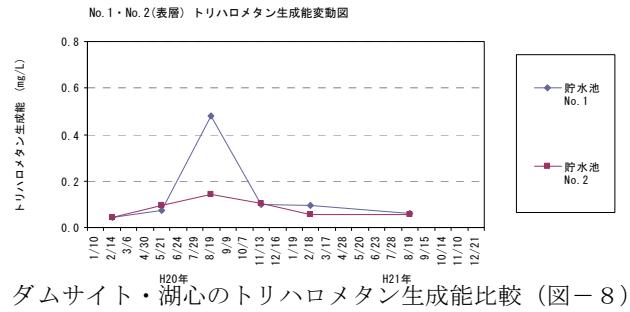
貯水池と流入・放流水のクロロフィルaの比較（図-7）

5) 水道水源監視項目

水道水源監視項目【トリハロメタン生成能、2MIB、ジェオスミン】については、利水障害の発生を監視する項目であるため、水道原水を取水口としていないダムでは測定しない合理化を行うこととした。この結果、福地ダム、漢那ダム、羽地ダム、辺野喜ダムは水道原水の取水地点となっている為、当該項目については、計測体制を継続することとした。

測定地点の合理化については、図-8及び図-9に示すとおり、ダムサイト（No1）と湖心（No2）の2地点間において、一部データを除き月別変化に大きな違いは見られない為、貯水池測定2地点を1地点に見直

すこととした。また、調査頻度は、水道事業者の水源水質調査状況（源河、平南、羽地以外は年1回調査）、過去のデータ及び調査要領（概ね5年を目処に基準値以下）を踏まえて年1回とし、鉛直方向の湖内環境が均一化する循環期（1月）に実施することとした。

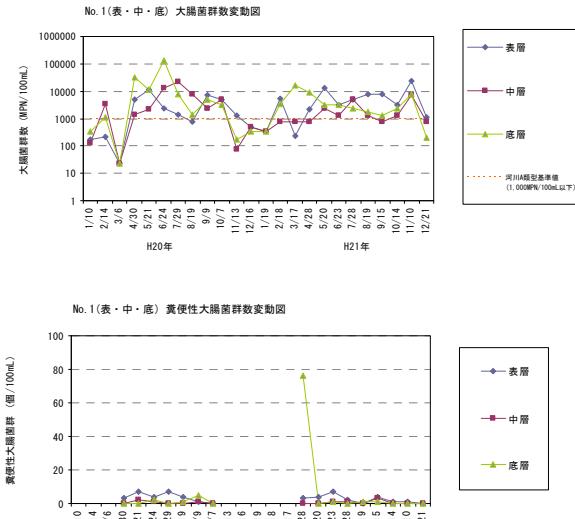


6) その他項目【定期調査項目以外】

①糞便性大腸菌

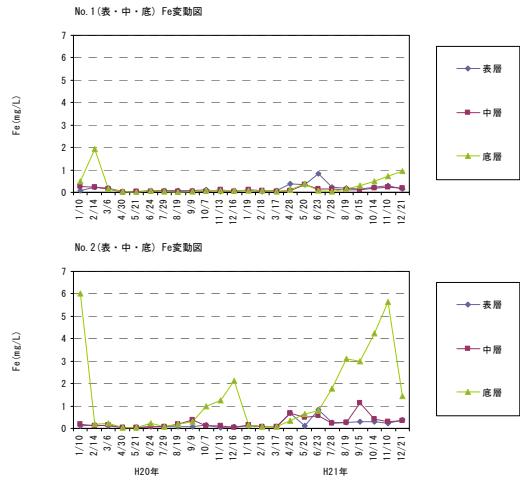
図-8のとおり、ダムサイト (No1) における大腸菌群数については、環境基準を超過する傾向にあるが、糞便性大腸菌は過去データから水質がほぼ安定的に推移していることが確認できた。

過去の水質調査結果より、沖縄のダムの特性として、流域内に有機汚濁源は存在しないが、大腸菌群数が経年的に環境基準値を超過する状況が見られることから、水源での衛生上の確認の為に糞便性大腸菌を監視している。そのため計測体制を継続することとしたが、測定頻度については、合理化可能と判断し、大腸菌群数は毎月1回とするが糞便性大腸菌は毎月1回から2カ月に1回とした。

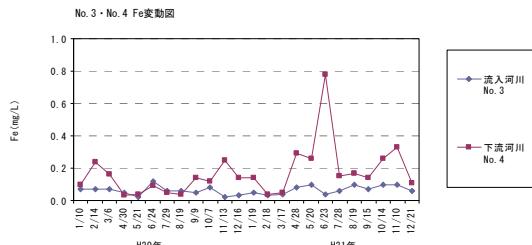


②Fe, Me

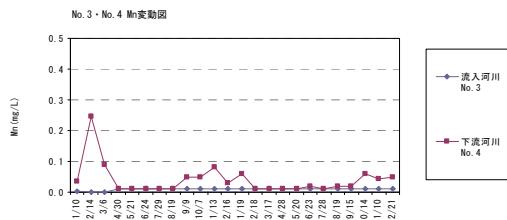
貯水池内のDO低下に伴う底質からの溶出により水道水質（異臭味）や下流河川環境（河床着色）への影響が懸念されることから、放流水質監視項目としては継続するが、測定頻度については、毎月1回を2カ月に1回とした。



測定地点については、図-11のとおりダムサイト (No1) と湖心 (No2) の地点間で有意な差異が見られないことから取水口近傍のダムサイト1地点のみに測定地点数を見直すこととした。



流入・放流河川の Mn 比較 (図-12)



流入・放流河川の Mn 比較 (図-13)

また、図-12、図-13に示すとおり、流入河川は計測値が概ね安定し流入負荷の変化が認められないことや、貯水池内負荷上昇は嫌気化等の湖内環境が主要因と考えられることから、流入河川は測定地点より外した。なお、放流口は、放流負荷量把握のため貯水池内と同じ測定頻度で調査を継続することとした。

(3) 合理化の実施内容

これまで検討した合理化の内容を踏まえて測定頻度についての結果を一覧表にします。

生活環境項目	合理化前	・12回／年
	合理化後	・水道原水取水口となるダム 12回／年 ・それ以外のダム 6回／年
健康項目	合理化前	2回／年(8月、2月)
	合理化後	1回／年(1月:循環期)
底質項目	合理化前	1回／年(8月)
	合理化後	1回／年(8月)
富栄養化項目	合理化前	12回／年(植物プラ・クロロフィルa) 6回／年(植物プラ・クロロフィルa以外)
	合理化後	2回／年(植物プラ・クロロフィルa) 2回／年(植物プラ・クロロフィルa以外)
水道水源監視項目	合理化前	2回／年(8月、2月)
	合理化後	・水道原水取水口となるダム 1回／年(1月) ・それ以外のダム 0回／年
その他	合理化前	・糞便性大腸菌 12回／年
	合理化後	・糞便性大腸菌 6回／年
	合理化前	・Fe 12回／年
	合理化後	・Fe 6回／年
	合理化前	・Mn 12回／年
	合理化後	・Mn 6回／年

4. 合理化に伴う調査費用の縮減

(1) 合理化前 (H22) と合理化後 (H24) の調査費比較

今回検討した合理化による水質調査費用について、コスト縮減額は測定地点や測定頻度の削減により約3割から7割の大幅なコスト削減が可能となった。ただし、現場の監視体制としては、水質上の問題があった場合には、調査地点及び頻度を追加し、「対策調査」や「詳細調査」により対応していくこととしている。

場所(水道原水口)		新川	安瀬	喜久川				
調査地点数	調査項目	H22年度	H24年度	H22年度	H24年度	H22年度	H24年度	
A	日	1-(B/A)1%	3	1-(B/A)1%	3	1-(B/A)1%	3	
調査地点数	調査項目	H22年度	H24年度	H22年度	H24年度	H22年度	H24年度	
生活項目(7項目)	12回／年	38	12回／年-6回／年	50	12回／年-6回／年	50	12回／年-6回／年	50
健康項目(26項目)	2回／年-1回／年	75	2回／年-1回／年	50	2回／年-1回／年	50	2回／年-1回／年	50
底質項目(19項目)	1回／年	12回／年	1回／年	3	1回／年	3	1回／年	3
富栄養化項目(7項目)	2回／年-1回／年	25	3回／年-2回／年	100	2回／年-1回／年	100	2回／年-1回／年	100
手の地	12回／年-2回／年	93	12回／年-2回／年	65	12回／年-2回／年	40	12回／年-2回／年	40
手の地	12回／年-6回／年	75	12回／年-6回／年	57	12回／年-6回／年	62	12回／年-6回／年	57
全体縮減割合(%)		68		65		52		48

山野高(水道原水口)		高瀬(水道原水口)	当 地(水道原水口)					
調査地点数	調査項目	H22年度	H24年度	H22年度	H24年度	H22年度	H24年度	
調査地点数	調査項目	H22年度	H24年度	H22年度	H24年度	H22年度	H24年度	
3	3	4	4	3	4	3	3	
生活項目(7項目)	12回／年	0	12回／年	38	12回／年	38	12回／年	38
健康項目(26項目)	2回／年-1回／年	50	2回／年-1回／年	75	2回／年-1回／年	75	2回／年-1回／年	75
底質項目(19項目)	1回／年	12回／年	1回／年	50	1回／年	50	1回／年	50
富栄養化項目(7項目)	2回／年-1回／年	65	2回／年-1回／年	75	2回／年-1回／年	75	2回／年-1回／年	75
手の地	12回／年-2回／年	46	12回／年-2回／年	63	12回／年-2回／年	90	12回／年-2回／年	90
手の地	12回／年-6回／年	57	12回／年-6回／年	75	12回／年-6回／年	75	12回／年-6回／年	75
全体縮減割合(%)		29		63		58		58

5. 今後の課題

(1) 今回検討した水質調査の合理化(案)は、平常時の定期調査を中心とした調査内容となっている。23年度に一部試行し、24年度から全面実施に移行しているが、今後、異常渇水・異常出水時、水質保全設備故障時、新たな水質保全設備導入時、異常水質時などに伴い、ダム貯水池の水質状況に変化が生じると想定される場合は、合理化の内容を再度検討し調査していく必要がある。

このため、当事務所においては水質調査の基本的な事項、合理化の検討内容やその考え方を整理するとともに必要に応じて更新可能なものとして「水質調査マニュアル(案)(平成23年6月)」を取りまとめた。

今後は、各ダムの水質調査結果を照査しながら合理化の内容について検証を行い、同マニュアル(案)の必要な更新作業を行うとともに、各ダム貯水池の水質特性を適正に監視する為のさらなる合理化の検討を進めていきたいと考えている。