

IV-58

コンクリートダム表面の変色の原因について

水資源開発公団試験所 正員 山田 衛
正員 佐々木和実

1. はじめに

近年、ダムが観光あるいは親水などの面から地域振興の拠点のひとつとして注目されるようになり、ダム的美観が重要視されはじめた。ダム的美観に関連する要素は様々だが、たとえば色、形状、それらによって決まる周囲の環境との調和等が挙げられる。ここでダムの堤体の色に注目すると、コンクリートダムの場合、完成直後は白く美しいが、年数の経過とともに黒っぽく変色してしまうことが多い。このことから、完成直後の美しさをいかに長持ちさせるか、また変色した堤体をいかに再生するか、ということはダム的美観を検討するうえで重要なテーマとなると考えられる。

本検討は、このようなテーマの下での研究の第一段階として、水資源開発公団が管理するダムの中で変色が著しいダムについて、変色の原因を分析調査したものである。

2. 変色の分析調査

2・1 対象ダム

今回調査を行ったのは、表-1に示す4ヵ所のコンクリートダムである。いずれも完成後20年程度経過しており、ダム堤体の下流面は全面的あるいは縦縞状に黒く変色している。変色の原因としては生物等の有機物の付着、土粒子等の無機物の付着、コンクリート自体の変質が考えられるため、変色している部分の表面付着生物および堤体コンクリートそのものの採取を行った。

2・2 試料の採取箇所および採取方法

試料の採取は、各ダムとも原則として次の3箇所とした。①：乾燥部（堤体下流斜面非越流部）。②：常湿部（漏水、地山湧出水等の流下でコンクリート表面が常に湿った状態にある部分）。③：水溜部（下流側フーチング上面で漏水、地山湧出水等が常に溜まっている部分）。

ただし下久保ダムにおいては常湿部からはコンクリート表面の色が異なる3箇所について生物試料を採取した。なお早明浦ダムにおいては水溜部は無く、3ヵ所目としてダム堤体最上部の高欄コンクリートから試料を採取した。

試料の採取方法は、生物試料については滅菌処理したガーゼでダム堤体をこすることで採取した。堤体コンクリートについてはコアボーリングマシンにより直径10cm、長さ20cm程度のコアを採取した。

2・3 分析の対象

表面付着生物には一般的に菌類、藻類、地衣類、雑草等があるが、ダム堤体の面的な変色に関係が深いのは菌類および藻類と考えられる。このうち藻類については、調査を行ったのが11月から12月であったため本来生育している箇所でも生きた状態で採取できない可能性があると考えられたので、今回は対象を菌類（主としてカビ類）に限定し、培養、同定を行った。

コンクリートコアについては化学成分分析、鉍物分析、強熱減量、炭素（主として有機炭素）量、PH試験、中性化深さ試験を行った。

2・4 分析結果

生物試料の分析結果として、採取場所ごとに同定された菌類を表-2に示す。なお、表に示した菌の色は寒地培地で純粋培養した場合の色であり、自然状態での色とは異なることも考えられる。

表-2からはダムごとの差あるいは採取箇所による差はとくに見いだせない。また、いずれのダムにお

いても検出されるような菌（たとえばアスペルギルス菌、トリコデルマ菌等）は、ビルの壁面等を黒く汚染するといわれている菌と一致する。このことからこれらの菌がダム堤体の変色の原因のひとつと考えられるが、このような菌は、あらゆる環境に適応して繁殖するものと考えられる。

次に、コンクリートコアの分析結果を表-3に示す。なお、ここでは多くの試験項目の中から特徴的なもののみを記載している。

表-3を見ると、常湿部から採取したコアについてはいずれのダムのものでも表面部（変色している部分に相当）の方が内部（新鮮なコンクリートに相当）に較べて強熱減量、酸化カルシウムが多い傾向にあることがわかる。これはエフロレッセンスの影響と考えられるが、エフロレッセンスは一般的に白色であり、ダム堤体の大部分を占める黒っぽい変色との関連は不明確である。一方、炭素はすべてのコアの表面部で検出されるので、これは主に付着生物によるものと考えられ、ダム堤体の変色には生物が深く関係していることがうかがわれる。

さらに、表面部PH、中性化深さ試験からは中性化がほとんど進行しておらず、ダム堤体表面付近までアルカリ性を保持していることがわかる。強アルカリ性の環境下では菌類の繁殖は少ないと言われていることから、菌類はダム堤体のごく表層あるいはダム堤体に付着した土粒子等の上のみ繁殖しているものと考えられる。

3. おわりに

今回行った調査では、ダム堤体の変色の主な原因と考えられる菌の種類がわかった。今後はそれ以外の生物の調査、変色の目立たないダムとの比較等を行い、ダムを取り巻く環境と変色との関係を調査し、最終的にはダム堤体を変色しにくくする方法あるいは変色した部分を再生する方法等まで提案していきたいと考えている。

参考文献

- 1) 市坪：コンクリート表面の汚れに関する研究，高知高専学術紀要，第34号，1991
- 2) 地濃：モルタル・コンクリート外壁面の汚れに関する研究，福山大学紀要，第12号，1990

表-1 調査対象ダム

ダム名	所在地	完成年度	経過年数	下流面方位	平均気温
下久保	群馬県	S 4 2	2 4 年	北東	12.6℃ \$57\sim\text{I}03\$
高山	京都府	S 4 4	2 2 年	北北東	13.2℃ \$58\sim\text{I}02\$
早明浦	高知県	S 4 8	1 8 年	南西	14.5℃ \$57\sim\text{I}03\$
江川	福岡県	S 4 7	1 9 年	北北東	15.2℃ \$62\sim\text{I}03\$

※経過年数は調査時点（平成3年）

表-3 堤体コアの分析結果

項目		下久保ダム			高山ダム			早明浦ダム			江川ダム		
		乾燥部	常湿部	水濡部	乾燥部	常湿部	水濡部	乾燥部	常湿部	水濡部	乾燥部	常湿部	水濡部
強熱減量 (%)	表面	15	28	／	17	12	43	13	11	43	15	12	15
	内部	10	9	／	11	10	14	9	10	8	13	10	9
酸化カルシウム (%)	表面	16	95	／	12	12	47	13	8	49	14	13	16
	内部	17	16	／	13	14	22	11	9	8	15	12	14
炭素 (%)	表面	3	4	／	2	3	9	2	1	8	3	2	3
	内部	0	0	／	0	0	0	0	0	0	0	0	0
表面部PH		12	12	／	10	12	10	10	10	11	10	10	10
中性化深さ (mm)		2	1	／	3	1	1	4	1	1	3	4	3

表-2 菌の種類と採取場所の関係

種 類	色	下久保ダム			高山ダム			早明浦ダム			江川ダム		
		乾燥部	常湿部	水濡部	乾燥部	常湿部	水濡部	乾燥部	常湿部	水濡部	乾燥部	常湿部	水濡部
アスペルギルス	緑～黒	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
フザリウム	白	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
トリコデルマ	緑～黒	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
ペスタロチア	白	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
ペニシリウム	緑			●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
クラドスポリウム	黒	●									●	●	●
ウロクラディウム	黒	●			●								
アルテルナリア	黒				●	●							
ニグロスポーラ	紫～黒			●									●
ペシロミセス	白				●	●							
アクレモニウム	白		●	●									
オーレオバシディウム	黒	●											
ロードトルーラ	朱		●										
フォーマ	茶		●										
ムコール	白			●									
グリオクラディウム	白				●								
エビコッカム	朱					●							
スコピュラリオーシス	茶												●
細菌（枯草菌等）	白			●				●		●			