HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	中国広西壮族自治区七百弄の水質特性
Author(s)	和泉, 充剛; 王, 宝臣; 橘, 治国
Description	第10回衛生工学シンポジウム（平成14年10月31日（木）-11月1日（金） 北海道大学学術交流会館） . 2 環境保全 . 2-3
Citation	衛生工学シンポジウム論文集, 10, 37-40
Issue Date	2002-10-31
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/7095
Type	departmental bulletin paper
File Information	10-2-3_p37-40.pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

2－3　中国広西壮族自治区七百弄の水質特性

和泉 充剛、王 宝臣、橘 治国（北海道大学大学院）

1．緒言

中国広西壮族自治区は世界的にも有名なカルスト地域が発達し、その面積の51%に及ぶ。七百弄は、中国広西壮族自治区の北部に位置し、一つの弄すなわち一集落はドリーネの底部に位置する。そこには、数十人～数百人の人々が閉鎖性社会を形成し、独立した生活を営んでいる。　統計データによれば、このような集落が1000近く存在するといわれている。1949年当時のこの地域の森林被覆率は30%を超えて安定した農業生産であったといわれているが、1958年大躍進時期の「大煉鋼鉄」時に多くの森林が伐採され、森林の被覆率が急減してカルスト地域の環境は劣化した。

筆者等は、弄内の水循環に着目し、質・量的に安全な生活用水の確保という視点から中国広西農業科学院と共同で、1999年から七百弄の一つ弄石屯を対象に水質調査を開始した。生活用水使用後の排水の有効利用についても弄内の物質循環の把握という立場で検討することとした。

弄石屯の採水地点：

1. 道路横湧水
2. 道路横新貯水槽
3. 洞窟中湧水
4. 山中溜池
5. 中日友好貯水槽
6. 農業用貯水槽
7. 村横新貯水槽
8. 弄排水
9. 村中貯水槽
12. 村水道
13. 道路横湧水

その他の採水地点：

弄達（弄石屯の南方）
10. 弄達湧水(1)
11. 弄達湧水(2)
七百弄郷（郷政府）
14. 郷雨水

16. 王烈湧水

図1　採水地点の概況図

2．調査地域の概況

本研究の調査対象、大化県七百弄（北緯23°56'16"－24°56'16"、東経108°9'8"－108°8'24"）の弄石屯は、大規模なカルスト地形の地域に位置している。年平均気温は18.3℃－20.8℃、年平均降雨量1500mm－1700mmである。弄内には、河川がなくまた地質の保水能力も非常に低いため、住民の必要な水は降雨時の一時流出水や湧水に頼っている。現在、弄石屯では、5ヶの貯水槽が建設されており、そこに雨水を貯め生活用水や灌漑用水に利用している。降水は4月～9月にその八割が集中している。弄に降った雨水は、ドリーネ底部にある吸い込み穴から地下へ排出される。雨のない季節に

は貯水槽の水が使用されるが、1 月からは水がなくなることがあり、周囲の山を越えた遠い遊水地から水を運んできていた。

3．調査の概要

調査は 1999 年から継続して実施しているが、本報告では 2001 年に実施した調査結果を紹介する。弄内の貯水槽、水道水、排水の 13ヶ所と隣の弄達屯における 2 ヶ所の農地内湧水で試料を採取した。気温、水温、電気伝導度、pH は現場で測定し、試料の一部を持ち帰り、有機炭素、栄養塩、一般無機成分などを分析した。

No.	地点名	月日	時刻	気温	水温	pH	DO	細菌	備考
		2001年7月		℃	℃		mg/l	n/ml	
1	道路横湧水	24日	11:15	21.0	22.4	8.4	9.7		5L/5分
2	道路横新貯水槽	24日	11:50	29.5	25.1	8.2	10.2		水深4.4m
3	洞窟中湧水	24日	15:30	24.3	21.2	8.2			
4	山中溜池	24日	17:00	32.0	26.1	8.2			水深2.83m、オタマジャクシ、アメンボウ
5	中日友好貯水槽	24日	17:30	29.0	28.5	8.2			水深3.55m、オタマジャクシ、小魚
6	農業用貯水槽	25日	8:30	26.5	26.6			15	4m*11mの深1.46m、周囲トウモロコシ乾燥、トンボ産卵
7	村横新貯水槽	25日	9:30	28.7	23.7			16	水深4.60m、上部トウモロコシ乾燥、水道水源
8	弄排水	25日	10:15	31.2	29.1			110	格円1.40m*1.10m水深0.11m
9	村中貯水槽	25日	12:30	30.2	27.6			16	水深4.60m、一部家庭ゴムホースで引用
10	弄達湧水(1)	25日	16:00		19.0				農地内湧水
11	弄達湧水(2)	25日	10:50		25.0				農地内湧水
12	村水道(7に同じ)	27日	12:00	24.6	23.6				新貯水槽(No.7)より開始直後、既給定採取
13	道路横湧水(降雨時)	27日	11:20	24.3	21.6				小雨、4.5L/5分30秒
14	郷雨水	27日	12:30	24.5	23.5				テント上流約水採取
16	王烈湧水								管敷設取水

No.	pH	J	DOC	TOC	NH4-N	NO2-N	NO3-N	DN	TN	PO4-P	DP	TP
		μS/cm	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
1	8.3	292	1.4	1.4	0.00	0.000	0.04	0.29	0.29	0.001	0.002	0.004
2	8.3	303	1.3	1.3	0.07	0.000	0.22	0.49	0.54	0.002	0.015	0.017
3	8.4	295	1.0	1.1	0.02	0.001	0.06	0.37	0.38	0.001	0.004	0.004
4	8.4	324	1.4	1.5	0.02	0.000	0.02	0.32	0.42	0.002	0.004	0.007
5	8.2	243	2.9	3.1	0.01	0.000	0.00	0.39	0.55	0.003	0.003	0.009
6	7.1	555	3.8	6.2	0.04	0.000	0.02	0.78	2.00	0.005	0.032	0.130
7	8.3	314	1.1	1.1	0.06	0.000	1.78	1.99	2.13	0.001	0.000	0.001
8	7.5	472	12.8	13.5	4.23	0.001	0.01	6.15	6.57	0.159	0.247	1.447
9	8.4	223	1.7	1.8	0.00	0.001	0.46	0.82	0.90	0.002	0.009	0.022
10	8.1	338	1.2	1.2	0.36	0.003	1.84	2.41	2.56	0.002	0.008	0.014
11	8	336	1.4	2.0	0.01	0.004	1.53	1.81	2.20	0.004	0.014	0.042
12	8.3	303	1.2	1.2	0.11	0.002	1.66	2.28	2.40	0.007	0.007	0.007
13	8.3	301	1.2	1.2	0.05	0.001	0.03	0.36	0.36	0.000	0.000	0.000
14	7.6	655	2.1	2.5	0.10	0.001	0.11	0.79	1.10	0.009	0.020	0.071
16	8.2	319	1.1	1.1	0.01	0.000	0.861	1.09	1.11	0.002	0.002	0.007

4．結果と考察

4．1一般水質特性

4．1．1 pH とアルカリ度

調査地域の一般水質分析の一例を、表 1 に示した。pH は 7.1～8.4 とアルカリ性であり、アルカリ度は農業用貯水池と郷雨水では 1 以下と低いが、それ以外は 2.35～5.15meq/l の間で、石灰岩成分の溶出の影響が認められる。

No.	Cl-	SO42-	4.3Ebx	Na+	K+	Ca2+	Mg2+	SiO2
	mg/l	mg/l	meq/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
1	0.8	5.2	3.33	0.6	0.2	43.7	16.7	0.0
2	0.6	4.6	3.99	0.7	0.4	51.8	15.7	0.0
3	0.5	2.9	3.80	0.3	0.0	34.8	22.9	2.8
4	0.7	3.9	3.78	0.5	0.0	50.0	19.1	3.4
5	0.7	3.6	2.70	0.5	0.7	31.9	15.4	2.5
6	0.9	1.6	0.46	0.6	1.7	6.8	1.1	3.5
7	1.0	3.8	3.52	1.3	0.2	60.8	10.0	2.7
8	7.0	0.7	5.15	2.3	37.0	66.4	14.7	5.7
9	0.7	3.2	2.35	0.6	0.5	38.6	8.6	1.0
10	1.3	2.9	3.59	4.4	1.9	70.8	6.3	2.5
11	1.9	3.6	3.55	5.0	2.7	70.4	6.4	2.3
12	0.6	3.7	3.29	1.8	0.2	59.8	9.6	2.3
13	0.5	5.1	3.29	0.5	0.2	45.6	16.8	2.4
14	0.3	1.5	0.63	0.3	0.4	13.9	0.4	1.8
16	1.0	2.8	4.53	0.8	0.2	72.9	2.9	7.1

表1弄石屯水質分析結果

4．1．2 .TOC

TOC 濃度は弄排水を除けば、農業用貯水槽の 6.2m g/l が最大で、弄内における有機的な汚れはそれほど大きくない。ただ既存の貯水槽で高い傾向が見られる。貯水槽において藻類の増殖が考えられ、良質な飲料水を確保するための工夫が必要であると考えられる。

4．3　栄養塩

弄内の水の特徴は、溶存性窒素の多くが有機態(＝DN－無機態)として存在しており微生物活性が低そうなことである。弄排水は全窒素および全リン濃度がそれぞれ 6.15mg/l、1.447mg/l と高く、またアンモニア態窒素の割合が高い。これは家畜糞尿による堆肥や人為的な汚染が直接影響を及ぼしているといえるが、肥料が乏しいこの地域における栄養塩流出の防止のためには、この水の循環利用が望まれる。崖湧水から取水している村横新貯水槽および村水道では硝酸態窒素濃度を中心として窒素濃度が高く、人体への影響という側面からは水源の切り替えが望まれた。

4．4一般無機成分

図2 水質当量濃度組成(%)

弄石屯のカルスト地形を形成する構成物質は $CaCO_3$(方解石)と $MgCO_3$(苦灰石)で、すべての試料水でアルカリ土類金属のカルシウム、マグネシウム(Ca^{2+}、Mg^{2+})の濃度とアルカリ度に代表される炭酸塩濃度が高い。これは図2に示した水質当量濃度組成(トリリニアーダイアグラム)で明らかである。キーダイアグラムでは、すべてアルカリ土類金属炭酸塩域のほぼ同じ狭い範囲に集中して分布している。二酸化炭素を含む雨水によって、石灰岩成分が溶出し、採取した水は HCO_3^-、Ca^{2+}、Mg^{2+}に富む HCO_3 - CaMg 型の水質となっている。
図3から、ドリーネの内部での Ca^{2+}/Mg^{2+}の当量比を示した。弄石屯の高い位置では Ca^{2+}／Mg^{2+}が小さく、底部では大きい。この結果から、ドリーネの底部より高くなるに従って Mg^{2+}が溶出しやすい苦灰石の影響が考えられる。また塩化物イオン(Cl^-)濃度が低濃度で、弄の水源が内陸の降雨であることが分かる。弄からの排水や農業用貯水槽では、ナトリウム、カリウム(Na^+、K^+)の割合が高いことから、農地からの人為的影響があるものといえる。

5．おわりに

カルスト地形の発達する弄石屯では、降雨や湧水を水源としているが、清澄な湧水も山から流出する時点で多量のアルカリ土類金属と炭酸物質を含み、畑地を流下するに従って、栄養塩濃度が増す。降雨時にはかなりの栄養塩が排水口から弄外に流出するものと推察される。本弄のように十分な水を確保することが難しいカルスト地形において、水源を枯渇させずに安全な水を供給するためにも、また肥料流出防止のためにも適切な水管理が要求される。

以上貧しい七百弄の生活においては、飲料用、畑地用、家畜用と水の使用方法を工夫した水源の保全が必要であるだろう。

謝辞

本研究は、日本学術振興会の未来開拓学術研究推進事業研究（中国西南部における生態系の再構築と持続的生物生産性の総合的開発　代表北大農学部教授出村克彦）の一環として、中国広西農業科学院　蒙　炎成、呂　維莉、陳　桂芬氏と共同で実施したものである。ここに記し謝意とする。

図3　調査水域のCa2+／Mg2+（当量比）の分布

参考文献

1）篠原和子編　カルストーその環境と人々のかかわり、122－127，1996

2）橘　治国、大神裕史、王　宝臣、蒙　炎成、陳　桂芬　中国広西荘族自治区大化県七百弄郷の水環境、2000年七百弄調査報告（10月29日～11月5日）、日中共同研究中国西南部における生態系の再構築と持続的生物生産の総合的開発報告書平成12年度、77－85，2001

3）陳　桂芬、蒙　炎成、石灰岩地域の水資源および水質調査報告書、日中共同研究中国西南部における生態系の再構築と持続的生物生産の総合的開発報告書平成12年度、86－94，2001

4）橘　治国、和泉充剛、王　宝臣、蒙　炎成、陳　桂芬　中国広西荘族自治区大化県七百弄郷の水環境、2000年七百弄調査報告（7月22日～7月30日）、日中共同研究中国西南部における生態系の再構築と持続的生物生産の総合的開発報告書平成13年度、124－129，2002