簗川の化学成分の季節変化

後　藤　達　夫

The Seasonal Change of Chemical Compositions of the River Yanagawa

Tatuo GOTO

先きに著者は中津川[1)2)]の化学成分の季節変化についての検討から，主として中津川に於ては，蒸発残渣，珪酸，カルシウム等地質に由来する成分は，対応した正の相関々係をもつて変動し，此等成分の変動を支配する大きな要素として河川の流量を強調し，そして此等の成分含量と河川の流量とは逆の相関々係を示す事を認めた．そして特に融雪による増水時期に此等の成分含量は著しく少となる事を示した．又鉄の含量は概して夏期特に降雨による増水時に増加する傾向を認め，又過マンガン酸カリ消費量は夏季並びに融雪期に大となる傾向にある事を示した．

以上中津川に於て見出だされた化学成分の季節変化の模様が，他のどの河川についても起り得るものであるかどうか，次に1つの河川について或る年に見出だされた化学成分の季節変化の模様が毎年同様に繰返して起り得るものであるかどうか，斯様な事が当然検討されなければならない問題であると思う．

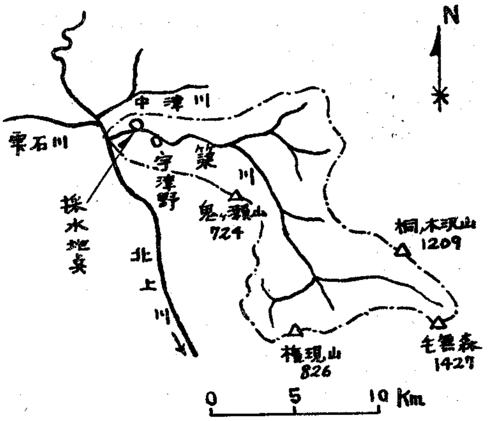
著者は前者の問題に対しては簗川並びに雫石川を対象に，後者の問題に対しては，現地での水位観測に良い条件を持つ雫石川を対象に引続き測定を行つた．

こゝに簗川の1952年4月より1953年4月に至る1年間の実験結果を報告する．

簗　川　概　要

簗川の概略図を第1図に示す．簗川は北上山系に源を発し，西に流れて北上川に注ぐ一支流河川で，位置からすると中津川の南方に隣接している．建設省北上川上流工事事務所の調査によれば，流路延長は21.8km，流域面積は147.3km^{2}にして，流域面積の内，山地部は146.4km^{2}を占め99.4%に当り，平地部は0.9km^{2}を占め0.6%に当る．流域は殆んど山間地帯で沖積地の形成は非常に少なく農耕活動に見るべきものがない．又鉱山の開発も行なわれていない状態であり，流域の人口は極めて稀薄である．従つて簗川は人為的影響を殆んど受けない河川と考えられる．現在河川水利用面としては，宇津野に小規模な東北電力宇津野発電所（発電能力 250KW）があり，その発電用水と，下流北上川合流附近一帯の水田への灌漑用水が考えられる程度である．次に流域の地質を見ると，流域一帯は秩父古生層で蛇紋岩，花崗岩等が分布している．特に蛇紋岩は鬼

第　1　圖



1）後藤達夫　中津川の化學成分の季節變化　第一報　岩手大學學藝學部研究年報3（1951）

2）後藤達夫　中津川の化學成分の季節變化　第二報　岩手大學學藝學部研究年報4（1952）

ヶ瀬山，毛無森一帯に稍々広大に分布している．又未開発であるが鉄鉱山が見られる．

採　　水

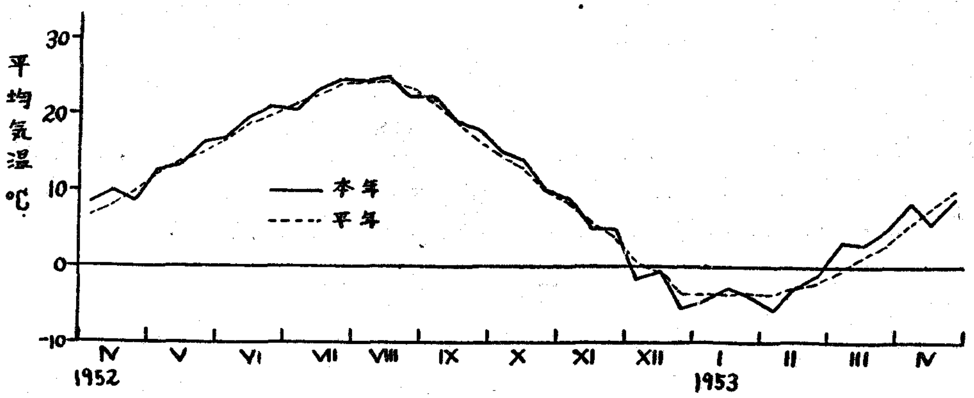
試料採水場所は第1図に示す如く，北上川合流点上方約 2 km の地点に選定した．採水にあたつては，特に降雨の異常的影響の混入に対し充分注意を払い，少くとも降雨後2・3日たつてから採水を行い，なるべく定常状態の河川水に対して採水を行う様努めた．試水は約半月毎の間隔に同一個所で，ほゞ同時刻に共栓ガラス壜に採水した．又鉄の定量に供した試水は，別個の採水壜に採水し，直ちに数滴の塩酸を加えて酸性にして置いた．

測定方法と測定結果

測定方法は中津川[1]の測定に用いた方法と同じであるから省略する．

現地に於けるデータを第1表に，研究室に於いて行つたデータを第2表に掲げる．夫等を各々グラフで第3図に示して見た．尚第2図の旬平均で示した平均気温のグラフ並びに第3図に旬合計で

第　2　圖



示した降水量のグラフは，下流簗川橋に於て測定した農林省東北小麦試験地のデータによつたものである．次に簗川並びに中津川の各成分の季節による増減傾向を見る為に，各測定値について平均値より大きいものには＋，小さいものには—，同じものには±の符号をつけて現わして見た．夫等が第3表，第4表である．又簗川と中津川との平均値を比較対照して見たのが第5表である．更に蒸発残渣，珪酸，カルシウム，塩素の四成分間の相関々係を検討したのが第4図，第5図である．

測定結果に対する考察

1）水温は極めて良く気温の変化に対応して変動している．水温の最大値は22.6°C気温の最大値は 28.6°Cであり，いずれも7月2日の測定時に示された．水温の最小値は 0.3°Cで，12月24日の測定時に気温の最小値は —1.1°C で1月13日の測定時に示された．尚12月8日の測定時以降1月13日の測定時に至る期間に於て水温と気温との逆転が現われた．

2）pH並びにRpHは現地に於て可及的に速かに比色法により測定を行つた．pHの変動は7.0～7.4の範囲であつた．RpHは 7.1～7.3の範囲で，殆んど 7.3の値を示し，その変動はゆるやかであつた．此等の値について更に仔細に検討して見ると，第1表で見る様に4月から12月上旬の測定時に至る期間はpH値が 7.2～7.4 の範囲の値を示し，7.3の値を示す場合が多く大であつた．尚此の期間に於ては，5月26日，6月17日，7月2日の測定時を除いてpHとRpHとが一致した値を示した．

即ち此の時期に於ては下流採水点の河川水が既に大気と平衡状態を保つて流下して居るものと考えられる．それに比して12月下旬の測定時から４月上旬の測定時にかけて，pHは7.0～7.1の値を示し小となる傾向が見られた．pH値が12月に入つて小となり１月，２月にかけて低い値を示し，RpHとの差も0.1～0.3の値を示している．これに関しては次の如く解釈される．第2図のグラフで分る如く，12月より２月にかけては平均気温は0°Cを降下している．又初雪日は11月13日であつた．尚又現地での観察によると12月24日の測定時以降２月24日の測定時に至る期間は，現地採水点一帯に於て河岸に接した河川水表面に結氷現象が見られた．即ち12月から２月にかけての厳寒期に於ては，河川の表面の相当部分の結氷現象により，河川水の流動攪乱がやわらげられると同時に，河川水の表面が縮小された為に，炭酸を含んだ山間の上流の水が下流に流下するにつれて，大気との接触によりその炭酸を大気中に放出逸散する作用が抑制された為と考えている．次に厳寒期に引続いた３月11日の測定時以降４月上旬の測定時にかけて，pH値が低く現われている．これに関しては，次の如く考えられる．３月上旬に至つて平均気温が0°Cを上廻つて居り（第2図参照），融雪日が３月４日と観測されている．尚又現地での観察によると３月11日の測定時に於ては，採水点一帯の河岸に接した河川水表面の結氷現象は全く見られず，河川水は明瞭に増水して居つた事が認められた．即ち３月11日の測定時以降４月上旬の測定時にかけては本格的な融雪現象が起つて居る時期で

第　1　表

年・月・日	測定時刻	氣温（°C）	水温（°C）	pH	RpH
1952 —	h				
Ⅳ — 23	15.18	14.2	10.7	7.3	7.3
Ⅴ — 12	15.22	22.7	16.8	7.3	7.3
Ⅴ — 26	15.17	23.0	17.2	7.4	7.3
Ⅵ — 17	13.20	27.8	19.2	7.4	7.3
Ⅶ — 2	15.30	28.6	22.6	7.4	7.3
Ⅶ — 18	16.50	27.3	17.7	7.2	7.2
Ⅷ — 11	14.46	28.2	21.3	7.3	7.3
Ⅷ — 29	16.05	24.0	19.3	7.3	7.3
Ⅸ — 16	17.25	21.0	18.0	7.3	7.3
Ⅹ — 14	14.00	21.3	14.2	7.3	7.3
Ⅹ — 30	15.55	17.4	11.3	7.3	7.3
Ⅺ — 20	14.35	13.7	4.3	7.3	7.3
Ⅻ — 8	14.58	1.1	2.3	7.2	7.3
Ⅻ — 24	15.15	−0.3	0.3	7.1	7.3
1953 —					
Ⅰ — 13	14.50	−1.1	0.7	7.0	7.2
Ⅰ — 25	15.45	1.3	1.1	7.0	7.3
Ⅱ — 11	14.50	6.8	1.4	7.1	7.3
Ⅱ — 24	15.22	6.2	2.8	7.1	7.3
Ⅲ — 11	13.25	4.5	4.7	7.0	7.2
Ⅲ — 25	14.15	11.3	7.3	7.0	7.1
Ⅳ — 7	14.30	17.1	10.7	7.1	7.1
Ⅳ — 28	15.10	22.7	13.9	7.3	7.3

あると認められるので，此の時期に於ては融雪水が河川水に相当混入されて来ている訳であり，かゝる融雪水の影響によるものと思われる．

3）蒸発残渣，珪酸，カルシウム等地質に由来する成分は大体対応した変動を示し，其等3成分間に於ては大体正の相関々係が示された（第4図，第5図参照）．此等含量の最大値は蒸発残渣，カルシウムに於ては7月2日，珪酸は8月11日といづれも盛夏の時期の測定時に示された．最小値は蒸発残渣，カルシウムは3月25日，4月7日に，珪酸は4月23日といづれも融雪期の測定時に示された．概して6月以降2月に至る夏季より冬季の時期に此等の含量は平均値より大で，3月，4月，5月の融雪期に平均値より小となつている(第3表参照)．

一般に地上に降つた雨が地表を流れたり，地中に滲透する過程に於て土壤，岩石に働きかける訳であるから，気温の上昇した夏季の方が冬季よりも此等地質に由来する成分の含量は大となる傾向を示す筈である．然るに他方此等含量の変動に対して支配的な役割を演ずるものとして降雨量，積

第　2　表

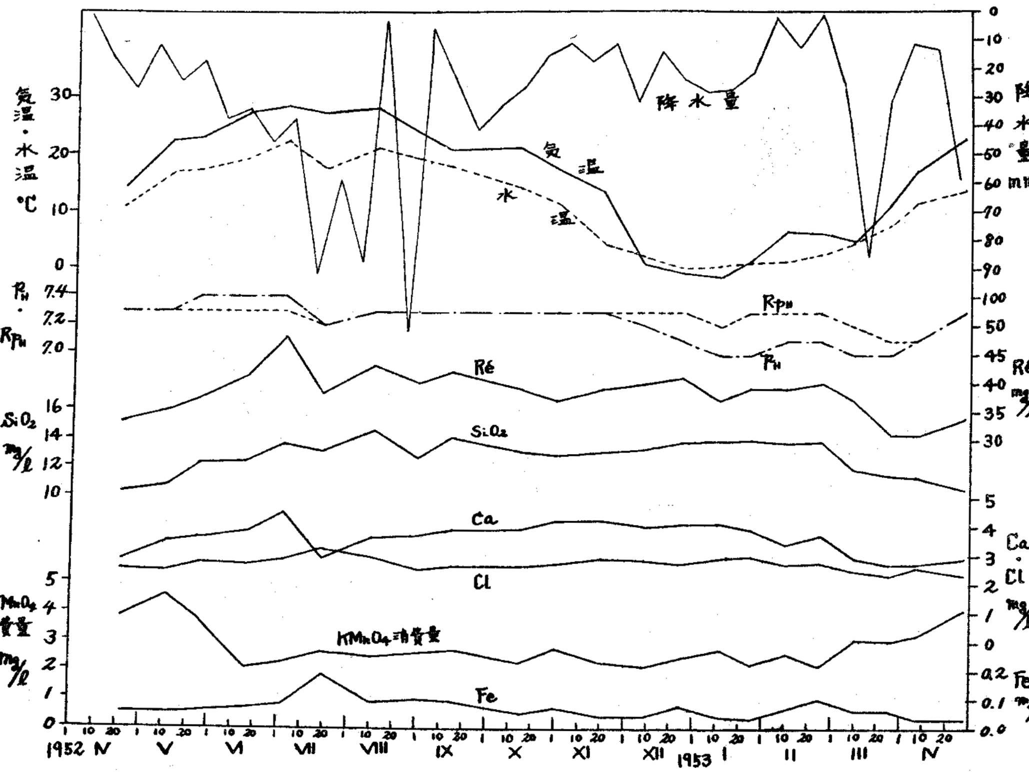
年・月・日	蒸發殘渣(Ré) (mg/l)	SiO_2 (mg/l)	Ca (mg/l)	Cl (mg/l)	$KMnO_4$消費量 (mg/l)	Fe (mg/l)
1952 —						
Ⅳ — 23	33	10.4	2.8	2.53	3.82	0.05
Ⅴ — 12	35	10.9	3.5	2.43	4.60	0.05
Ⅴ — 26	37	12.3	3.6	2.74	3.86	0.06
Ⅵ — 17	41	12.5	3.8	2.64	2.06	0.07
Ⅶ — 2	48	13.7	4.5	2.84	2.33	0.08
Ⅶ — 18	38	13.2	2.9	3.19	2.64	0.19
Ⅷ — 11	43	14.6	3.6	2.94	2.46	0.09
Ⅷ — 29	40	12.7	3.7	2.54	2.64	0.10
Ⅸ — 16	42	14.2	3.9	2.61	2.68	0.09
Ⅹ — 14	39	13.2	3.9	2.59	2.26	0.05
Ⅹ — 30	37	12.9	4.2	2.74	2.78	0.07
Ⅺ — 20	39	13.2	4.2	2.89	2.33	0.04
Ⅻ — 8	40	13.4	4.0	2.86	2.15	0.04
Ⅻ — 24	41	13.9	4.1	2.69	2.45	0.08
1953 —						
Ⅰ — 13	37	14.0	4.1	2.89	2.76	0.04
Ⅰ — 25	39	14.1	3.9	2.96	2.23	0.03
Ⅱ — 11	39	13.9	3.4	2.69	2.60	0.07
Ⅱ — 24	40	14.0	3.7	2.76	2.20	0.10
Ⅲ — 11	37	12.0	2.9	2.46	3.10	0.06
Ⅲ — 25	31	11.6	2.7	2.29	3.00	0.06
Ⅳ — 7	31	11.5	2.7	2.59	3.21	0.03
Ⅳ — 28	34	10.6	2.9	2.27	4.05	0.03

次頁※）流域全般にどの程度の降雨量があつたか，その正確な値を知る事は困難であり，又降雨量と流量（水位）とは相當の時間的ズレが現われるので，河川の化學成分を支配する要素としては，降雨量よりも河川の流量（水位）を考える方がより至當と思う．

雪量，融雪量の如き要素を当然考えねばならない※)．即ち著量の降雨のあつた時期とか融雪増水の時期に於ては，雨水並びに融雪水による稀釈の作用により含量か小となる傾向を示す筈である．それに反して降雨量の少ない時期とか，山間一帯への降雪か積雪として蓄積されている時期に於ては河川水に対して地下水の混入の度合が大となり，従つて此等含量が大となる傾向を示す筈である．

実際に簗川について検討して見ると，夏季と冬季とにさほど此等含量に於て差異か現われなかつ

第 3 圖



第 3 表

	春季 1952（融雪期）			夏季					秋季				冬季 1953						春季（融雪期）			
月	VI	V		VI	VII		VIII		IX	X		XI	XII		I		II		III		IV	
日	23	12	26	17	2	18	11	29	16	14	30	20	8	24	13	25	11	24	11	25	7	28
Rē	−	−	−	+	+ Max	±	+	+	+	+	−	+	+	+	−	+	+	+	−	− Min	− Min	−
SiO_2	− Min.	−	−	−	+	+	+ Max	−	+	+	±	+	+	+	+	+	+	+	−	−	−	−
Ca	−	−	±	+	+ Max	−	±	+	+	+	+	+	+	+	+	+	−	+	−	− Min	− Min	−
$KMnO_4$ 消費量	+	+ Max	+	− Min	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	+	+	+	+
Cl	−	−	+	−	+	+ Max	+	−	−	−	+	+	+	±	+	+	±	+	−	−	−	− Min
Fe	−	−	−	±	+	+ Max	+	+	+	−	±	−	−	+	−	− Min.	±	+	−	−	− Min	− Min

簗　　川

第　4　表

	夏季 1951		秋季					冬季		1952			春季 ←―(融雪期)―→						夏季					秋季
月	VIII		IX	X		XI		XII		I		II	III		IV		V		VI	VII		VIII		IX
日	13	30	18	3	19	5	19	7	22	11	22	16	10	26	12	23	13	27	16	3	19	11	29	11
Rē	+	+	+ Max	+	+	−	+	+	−	+	−	−	+	−	− Min	− Min	−	−	−	+	−	−	+	−
SiO_2	+	+	+ Max	+	+	−	−	±	−	+	+	+	+	−	−	− Min	−	−	−	+	−	+	−	+
Ca	+	+	+ Max	+	+	−	+	+	−	+	±	+	+	−	− Min	−	−	−	−	+	−	−	−	−
$KMnO_4$ 消費量		+ Max	+	+	−	+	−	− Min	−	−	−	−	−	+	+	+	+	±	−	−	+	+	−	−
Cl	−	+	−	+ Max	+	+	+	−	+	+	−	−	−	+	− Min	−	−	−	−	+	+	+	−	−
Fe	−		+	+ Max	−	−	−	−	−	±	+	−	−	−	+	−	−	−	−	− Min	+	+	+	+

中　津　川

第　5　表

	pH	Rē (mg/l)	SiO_2 (mg/l)	Ca (mg/l)	Cl (mg/l)	$KMnO_4$ 消費量 (mg/l)	Fe (mg/l)
簗川平均値	7.2	38.2	12.9	3.6	2.69	2.83	0.07
中津川平均値	6.9	38.5	13.6	4.2	2.47	※) 3.10	0.11

た．此の事実は上述の如く，夏季は気温の上昇に伴い此等の成分含量か増加する傾向にあつたが，他方夏季の稍々著量の降雨の影響を受けて此等含量が小となる傾向を示した．反対に厳寒積雪の冬季に於ては気温の低下により此等成分含量が減少する傾向にあつたが，他方積雪により地下水の混入の度合が大となつて此等含量が大となる傾向を示した．此の様な逆に作用する二つの傾向によつて現われたものと思う．若しも降雨の少ない夏季（厳密には流量の低下した夏季の渇水の時期）に於ては，当然気温上昇並びに地下水の混入の度合が著しく大となり濃縮される事が当然考えられる．此の事実は既に中津川に於て指摘した如く[1) 2)]，1951年8月，9月にかけての時期は，気温の上昇並びに流量の著しい低下により此等の含量は濃縮され他の時期に比べて著しく大となつている事によつて示された．

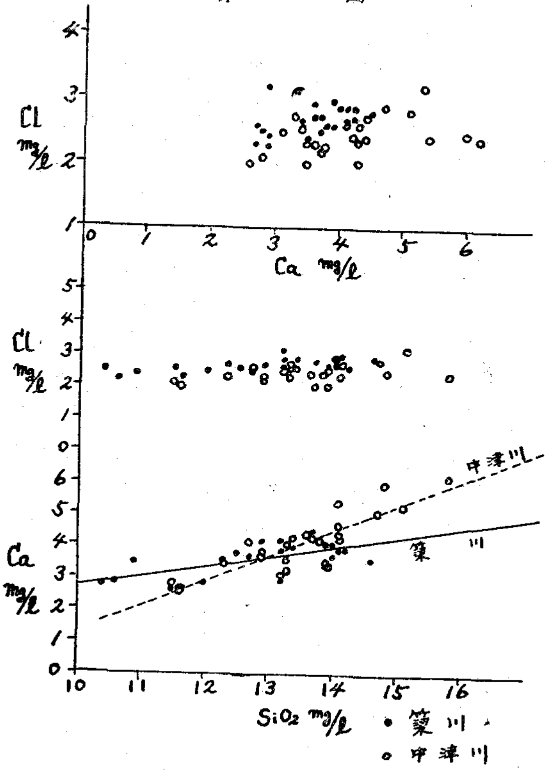
次に3月，4月，5月の融雪増水の時期に此等含量が著しく小となつているのは，融雪水による稀釈が大きく作用した為である．此の事は小林純氏[3)]が秋田県下の主要河川の溶存無機成分が4月5月の融雪増水時に最も稀釈されるといふ実験結果と良く一致している．

4）塩素の最大値は7月18日の測定時に，最小値は4月28日の測定時に示された．概して変動はゆるやかであり，その季節変化は余り明瞭でない．又塩素と蒸発残渣，珪酸，カルシウム等の地質に由来する成分とに於ては正の相関々係を示す傾向がみられる様であるが，その増加の度合は小さ

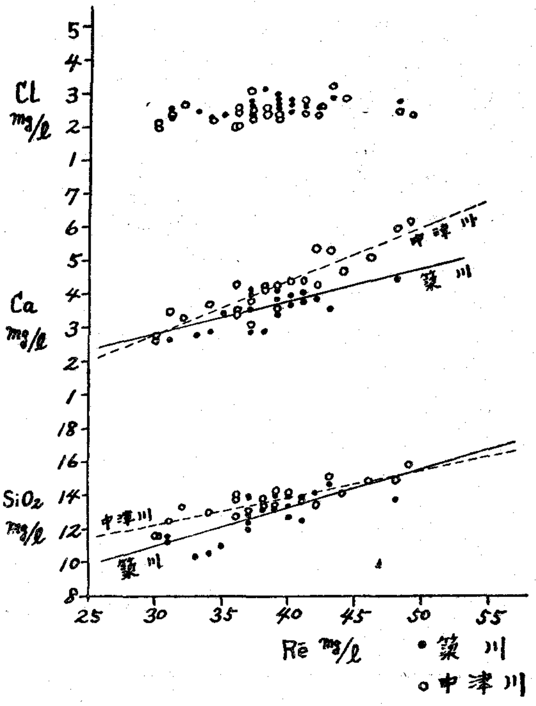
※）1951年8月13日の測定値は異常に大であつた爲，除外して平均値を計算した．

3）小林純　本邦河川の化學的研究（第一報）秋田縣内の主要河川について　大原農業研究所（1950）

第 4 圖



第 5 圖



い（第4図，第5図参照）．簗川の流域の如く地質の古い秩父古生層が基骨をなしている処では，塩素の如く可溶性の成分は既に溶解し去つたと考える事が出来る．又田畑の施肥，工業廃水の如き人為的影響や，温泉水の影響等は全く蒙らないものと考える事が出来る．即ち簗川の塩素含量は雨水のもたらすものと，海岸からの風送塩がもたらすものとが支配的要素であると考えられるが，風送塩の影響は地形並びに地理的位置からして，奥羽，北上の両山系によつて著しくはばまれる結果，その顕著な影響は蒙り難い事は想像されるので，主として雨水のもたらす成分と考える事が出来よう．

5）過マンガン酸カリ消費量の最大値は5月12日の測定時に，最小値は6月17日の測定時に示された．融雪増水期に含量いづれも平均値より大で，他の時期に於ては平均値より小であつた．（第3表参照）特に融雪増水期に於て含量が大であつたのは，山間一帯の森林により形成された堆積物中の有機質が，流域全般に亘る融雪水に溶解して流出して来た為と思われる．

6）鉄の含量の最大値は7月18日の測定時に，最小値は1953年1月25日，4月7日並びに4月28日の各測定時に示された．概して降雨量の大であつた盛夏の時期に含量が増加する傾向が見られる．一般に盛夏の降雨量の多い時期に於ては，山間の森林地帯の堆積物により形成された腐植質土壌中の鉄分（腐植鉄等が考えられる）が稍々著量の降雨の作用によつて流亡し，河川水中に溶解して来た為ではないかと考えられる．

簗川と中津川との比較考察

河川の化学成分の季節変化の模様は，気候的，地質的，人為的等種々なる要素により支配され，又夫等の要素が互いに組合さつて複雑なる様相をなしているので，個々の河川について流域の環境

要素と化学成分との関連を充分に検討しつゝ，その特徴並びに共通性を見い出して行かねばならぬと思う．

最初に簗川と中津川との各成分の平均値を比較検討して見ると（第5表参照），大きな差異は認められなかつた．これは簗川と中津川とが流域の地質的，気候的環境に於て比較的類似している為と思われる．両川とも蒸発残渣，塩素の少いのは水に溶解し難い秩父古生層が基骨をなしている事から，カルシウムの少ないのは流域に石灰岩の分布が見られない事から来ていると思う．又珪酸が蒸発残渣に対して34～35％内外も占めて多い．

次に簗川，中津川両川の化学成分の季節変化の模様を比較検討し，主として次の共通性が見い出された．

1）蒸発残渣，珪酸，カルシウム等地質に由来する成分は大体対応した変動を示し，此等三成分間に於ては大体正の相関々係が示された（第4図，第5図参照）．そして融雪増水期に此等成分含量に最小値が現われ平均値より小さい（第3表，第4表参照）．

2）塩素と蒸発残渣，珪酸，カルシウム等地質に由来する成分とに於ては大体正の相関々係を示す傾向が見られる様であるが，その増加の度合は小さい（第4図，第5図参照）．一般に塩素は雨雪水のもたらす成分と考える事が出来，その変動は概してゆるやかであり，季節変化は余り明瞭でない．

3）過マンガン酸カリ消費量は融雪増水時に大となる傾向が見られ，その含量は此の時期に於ては平均値より大である（第3表，第4表参照）．

4）鉄の含量は概して夏季特に降雨の多い時期に増加する傾向が見られる．

以上簗川並びに中津川の実験結果より，一般に流域の地質，地形，気候等の環境の比較的類似した河川に於ては，その季節変化の模様が良く相似た共通性を示すものと云えると思う．