

中津川の化学成分の季節変化(第1報)

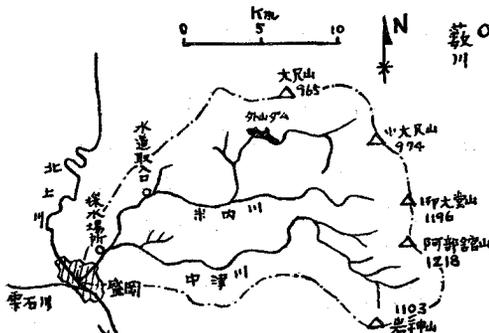
後 藤 達 夫

河川の水質は気候的、地質的、地形的等の自然的影響の他に、農耕活動、工業廃水、部落、都市の下水等の人為的影響の如く広汎な影響を受ける。河川の化学成分の季節変化は、河川が極めて複雑な性格を持ち、又絶えず日毎に変動して居るので、正しく解析し規則化する事は難しい問題である、今迄に此の様な問題を明瞭にした例は殆どない様である、今後河川に対する系統的な化学的研究は重要な分野になつて来る事と思う。

筆者はこのような複雑な河川の性格を把握し度い試みの一つとして、中津川を対照に1951年8月より化学成分の分析を行つた。一応半年間の資料が調つたので、此処に報告する。

中津川概要

中津川の概略図を第1図に示す。中津川は源を北上山脈に發し、米内川、中津川二支流をなして大部分山間部を流れ下方北湯附近に於て合流し、盛岡市街を貫流して北上川本流に注ぐ一



第1図

支流河川であり、河川としては余り大きな方とは云えない。流路延長は 30.7km、流域面積は 210.6 km² にして、岩手県内の北上川流域面積 7690km² に対して2.74%に当る。流域面積の内、山地部は203.95km² を占め97%に当り、平地部

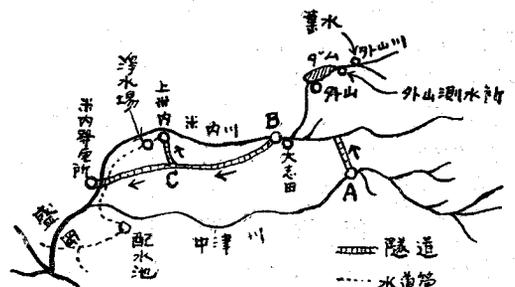
は6.65km² を占め3%に当る。即ち流域は殆んど山間地帯で平地に恵まれず、農業活動は活発でない。唯、河岸の狭い平地地帯に水田が見られ、特に上米内、浅岸、北湯一带に多い。又畑地も沿岸一带の随所に見られる程度である。

外山一带に草原があり、其の他は殆んど森林地帯である。中津川は農業用水としては余り大きな意義を持たないが、次に示す上水道、及び発電用水として大きな意義を持つて居る。第2図に上水道と発電用水の水路図の概略を示す。即ち、中津川上流水はAの取入口に於て、一部は灌漑用水として放流され、大部分は隧道を流れて米内川上流に注ぎ、合流してBの取入口に入る。(灌漑期間に於ては一部放流)

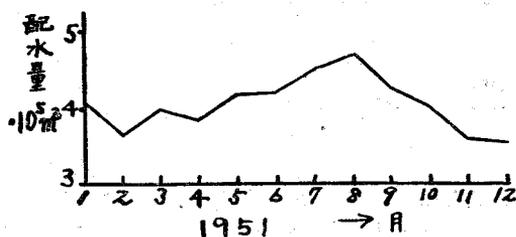
Bの取入口から隧道を流れ来つた水は、C地点に於て水道用水と発電用水とに分流するのである。尚、外山川を水源とする外山ダムは、有効貯水量3213,900m³、面積約50,000m² にして、此の外山ダム用水が時間的に計画放水され、Bの取入口より隧道を流れ来るのである。

盛岡市水道は上記の如く水源を中津川に求めて居るが、此の中津川上水道は公衆衛生並に産業上、又災害予防上重大な意義を持つ事は云うまでもない。1951年の盛岡市水道配水状況は給水人口年間平均 52,350人で全市人口の約45%、

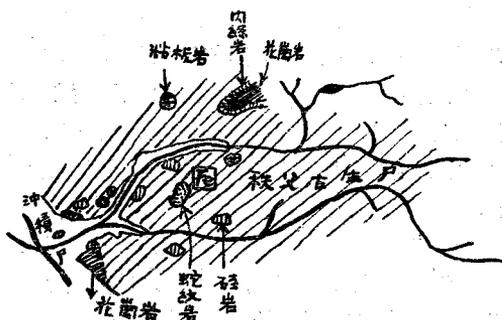
第2図



第 3 図



第 4 図



年間一日平均配水量は13,270m³で、又年間平均354立/日/人である。配水量の月に依る変動を第3図に表わして見た。これによると配水量は8月がMax.で12月に於てMin.になつて居り、一般に夏季大で冬季小である。県下に水道は他に一ノ関市(磐井川)、花巻町(井戸)、前沢町(井戸)、岩谷堂町(北上川)等に施設されて居るが、盛岡市水道は給水人口、給水量共に最大である。次に米内発電所(日発)は発電力4,300KWにして、水力発電としては現在県下5番目の発電能力を持つて居る。(北上川水系では2番目)使用水量から見ると少い方であるが、有効落差148.8mで県下最大である。次に流域の地質図を第4図に示す。流域一帯は秩父古生層で、矽岩、花崗岩、蛇紋岩、粘板岩等が分布し、酸性岩地帯であると考えられる。又、余り開発されていないが鉄鉱山が見られる。

気候的資料

盛岡候所の測定資料にもとづいて平均気温、日照時数、降水量等のグラフを作製して見た。

夫等を第5図、第6図、第7図に示す。尚、上流山間地帯に比較的近接せる藪川の測値をグラフに示して見た。第5図に於て、藪川の詳細な資料が得られなかつたので、各月平均気温を中旬の位置に示して見た。

次に日本発送電盛岡支社の測定資料にもとづいて上流部にある大志田、外山、葉水の平均気温、葉水の降水量、並に、大志田、外山の流量(測水所に於ける水位の資料より計算した。)等のグラフを作製して見た。夫等を第8図、第9図に示す。第8図に於ける盛岡年平均気温を示すグラフは、上流大志田、外山の平均気温と比較する為、第5図の盛岡本年平均気温のグラフを再示して見たのである。第9図に於ける点線にて示した降水量は、例えば9月中旬に於ける実際の流量は、其の期間に於ける降水量のみならず、前期間の降水量による影響も表われて来るものとの推定より、前9月上旬の降水量と9月中旬の降水量との平均値を9月中旬に於て示したものである。実際にグラフに示して見ると、実線にて表わした各旬合計の降水量グラフよりも、以上の算出より示せる点線にて表わした降水量グラフの方が、良く実際の旬平均にて示した流量に対応して居る。8月上旬、中旬に於て降水量に比して流量が比較的高いのは、前月7月に122.9mmの高い降水量を示して居り、此の影響に依るものと思われる。

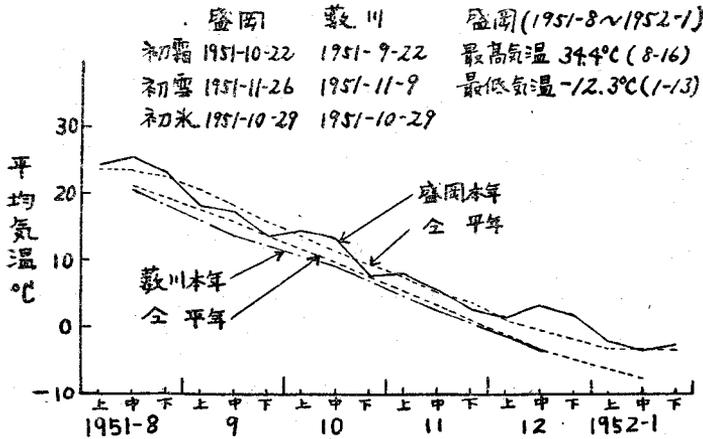
採 水

試料採水場所は第1図に示せる如く、米内、中津両川合流点より稍下方の地点に選定した。選定にあつては、下水、工場廢水等の流入に対し充分考慮を払つた。試水は15日前後の間隔に同一個所で、ほぼ同時刻に共栓ガラス壺に採水し、風雨等の異常的な影響の混入に対し、なるべく避ける様に努めた。又、鉄の定量に供した試水は、別個の採水壺に採水後、数滴の塩酸を加えて酸性にして置いた。

測 定 方 法

現地に於ては、気温、水温、pH、RpH及び遊離炭酸量を直ちに測定した。研究室に於ては、上澄液に対して、過マンガン酸カリ消費量、Ca

第 5 図



蒸発残渣, SiO₂, Cl, Fe等を定量した。次に分析法に就て概略を述べる。

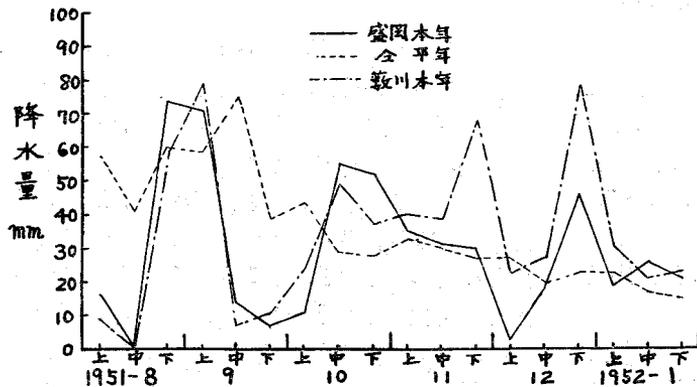
pH, RpH: 比色法を採用した。

遊離炭酸: フェノール・フタレン指示薬を用いて、炭酸ナトリウム溶液を滴下し、滴定した。

KMnO₄消費量: 試水 100ccをとり、硫酸々性とし、0.01 N KMnO₄ 10ccを加え、アスベストを附した金網の上で熱し、5分間煮沸した後0.01 N Na₂C₂O₄ 10ccを注加して脱色せる液に、0.01 N KMO₄を滴加して定量した。

Ca: 試水をアンモニアで弱アルカリ性となし、蓚酸アンモンにて蓚酸カルシウムを沈澱せしめ

第 7 図



て之を濾別し洗滌後之を H₂SO₄に溶し、0.01 N KMnO₄にて滴定した。

蒸発残渣: 試水250ccをガラス蒸発皿にとり湯煎鍋上にて蒸発乾燥し、110°Cで乾燥し秤量した。

SiO₂: Diénert-Wandenbulckeの方法に依り比色定量した。

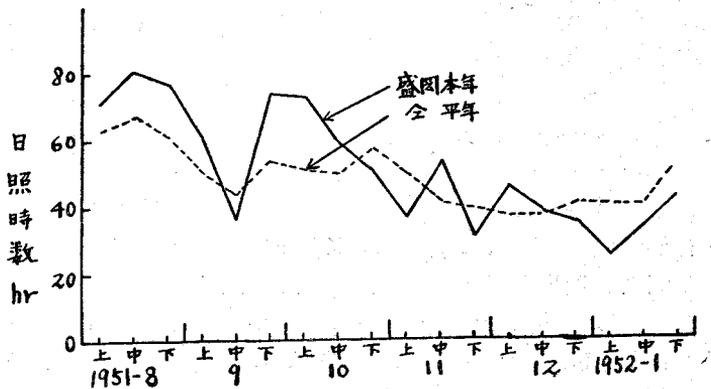
Cl: Mohrの銀滴定法に依り定量した。

Fe: ロダゲン鉄法に依る比色法を採用した。

測定結果

現地に於けるデータを第1表に示し、研究室

第 6 図



に於て行つたデータを第2表に掲げる。夫等を各々グラフで表したものが、第10図及び第11図である。尙、上記のデータより計算した中津川の平均値と三宅泰雄氏の本邦主要河川の平均値と比較対照して見たのが第3表である。

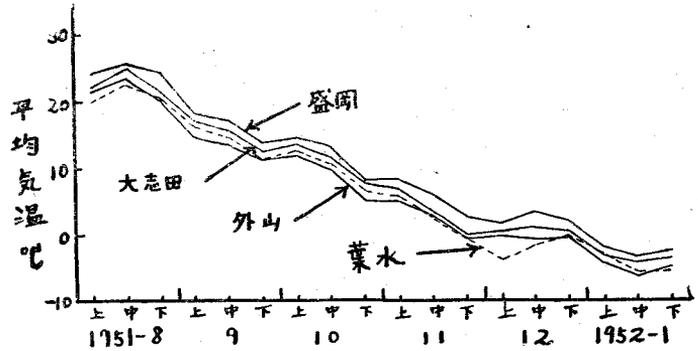
測定結果に対する考察

測定結果に対する考察は、2月以降の冬季より夏季にかけての季節変化の測定結果をまつて、より詳細な考察を下す方が至当であると考えられるので、本期間の夏季より冬季にかけての季節変化に対しては、一応の考察を下す事にす

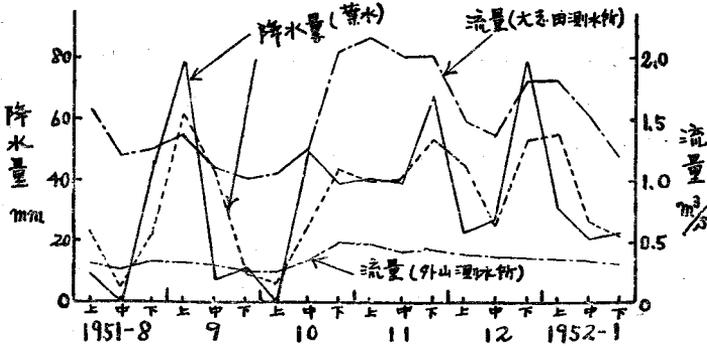
る。

(1)水温と気温とは、極めて良く追隨して變化し、両者の密接な關聯を良く反映して居る。唯、現地測定に依る気温が盛岡の平均気温よりも高くなつて居るのは、現地測定時刻が大体 A. M. 10.00 より A. M. 11.30 の間に行なはれたのに比して、盛岡の平均気温は A. M. 6.00, P. M. 2.00 P. M. 10.00 の3回の平均によつて算出されて居り

第 8 圖



第 9 圖



当然であると思う。10月中旬と12月下旬に於ける測定の2個所に於て、気温、水温とも上昇し山をなして居る。此の時期に於ては、平均気温も山をなし、いづれも平年より高い。尙、12月中旬、下旬の平均気温が例年よりも、かなり高く、所謂暖冬異変の現象を示して居る。又8月の平均気温は日照時数と共に例年よりも高く、暑い時季を過した事になつて居るが、9月に入つて平均気温は例年よりも低く、所謂残暑といふ現象が感じられなかつた。

上流に位する大志田、外山、葉水の平均気温は、いづれも良く盛岡の平均気温と比例して變動して居る。盛岡と上流部との気温差を月平均で比較して見ると、大志田に於ては $1.0^{\circ}\text{C} \sim 2.0^{\circ}\text{C}$ 、外山にては $2.6^{\circ}\text{C} \sim 3.4^{\circ}\text{C}$ 、葉水に於ては $1.5^{\circ}\text{C} \sim 4.3^{\circ}\text{C}$ 、いづれも低くなつて居る。但し盛岡と上流部とに於て測定時刻に多少差異があるので嚴密な比較にはならないが、大体正確と見てよい。此の事は上流山間部と下流平地地帯に於

て、明瞭な水温差のある事を推定づけるものである。

(2) pHは6.4から7.0の間を變動し、僅かに酸性を示して居る。8月、9月に於て pH 値は低く、10月、11月、12月と次第に高まり1月に入つておづかに低くなつて居る。pH と遊離炭酸量とは、大体対応した變動をしている。RpH は7.0から7.2の間を變動し、pH程の變動を示していない。pH と RpHとの差は毎回0.2から0.6の間で0.2を示す場合が多い。

(3)遊離炭酸量は pH と良く対応して居る事は上記した通りであるが8月中旬より10月中旬に亘る測定時に於て、いづれも平均値よりも高く、11月下旬以降の測定時に於ては、いづれも低い。Max. は9月中旬に於ける測定に於て示され、11月上旬に谷が出て居り、冬季は數値が低い。

(4)濁度、臭味は特にデータに示さなかつたが、濁度は殆んど無色透明であり、臭味に於ては、殆んど異状臭味は認められなかつた。

(5) Re , Ca, SiO_2 の含量は概して夏季より秋季にかけて大で冬季は比較的少ない。即ち、8月中旬より10月中旬にかけての測定時に於ては大体平均値よりも高く、11月上旬以降に於ては大体平均値よりも低い値を示している。Max. はいづれも9月中旬の測定に於て、Min.はいづれも11月上旬の測定に於て表はれて居る、大体

三者共、同じような変動をなして居る。一般に 此等の含量は、流量の少ない渇水期に於て、

第 1 表

年・月・日	時 刻	氣 溫 (°C)	水 溫 (°C)	pH	RpH	遊離炭酸 (mg/l)
1951—						
8 — 13	A. M. 11.30	29.0	22.8	6.6	7.2	4.5
8 — 30	A. M. 10.45	22.0	20.5	6.4	7.0	5.3
9 — 13	A. M. 11.10	21.0	19.7	6.6	7.0	5.4
10 — 3	A. M. 10.15	16.8	16.5	6.8	7.0	4.2
10 — 19	A. M. 11.15	19.0	17.0	6.8	7.1	3.4
11 — 5	A. M. 10.50	8.0	8.5	6.9	7.1	2.2
11 — 19	A. M. 11.00	8.5	5.2	6.9	7.1	2.7
12 — 7	A. M. 11.05	2.0	2.5	7.0	7.2	—
12 — 22	A. M. 10.00	7.8	5.5	7.0	7.2	1.8
1952—						
1 — 11	A. M. 10.25	3.8	2.4	6.9	7.1	1.8
1 — 22	A. M. 10.00	2.5	2.1	6.9	7.2	1.6

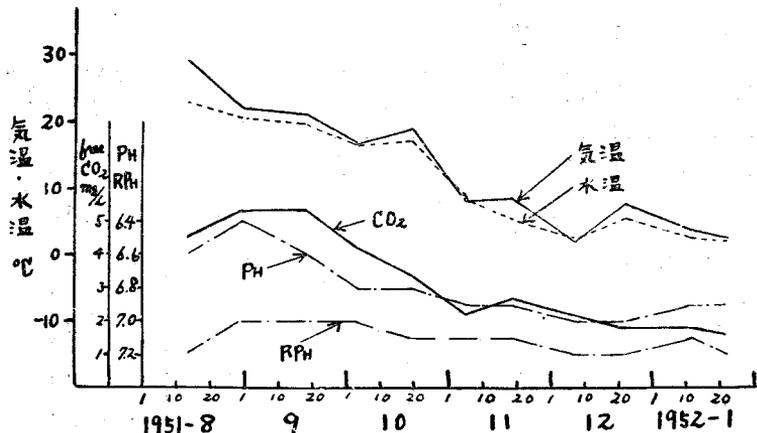
第 2 表

年・月・日	蒸發残渣 (Re) (mg/l)	KMnO ₄ 消 費 量 (mg/l)	Ca (mg/l)	Cl (mg/l)	SiO ₂ (mg/l)	Fe (mg/l)
1951—						
8 — 13	42	9.16	5.4	2.44	14.1	0.10
8 — 30	48	5.38	6.0	2.50	14.8	—
9 — 18	49	4.26	6.2	2.44	15.8	0.16
10 — 3	43	3.30	5.3	3.25	15.1	0.19
10 — 19	46	2.86	5.1	2.84	14.7	0.06
11 — 5	36	3.47	4.1	2.64	12.7	0.09
11 — 19	42	1.95	4.3	2.63	13.4	0.09
12 — 7	41	1.90	4.4	2.38	13.6	0.10
12 — 22	38	2.22	4.1	2.64	13.3	0.10
1952—						
1 — 11	40	1.95	4.4	2.74	14.1	0.11
1 — 22	38	2.22	4.2	2.43	13.8	0.13

第 3 表

	pH	Ca (mg/l)	Cl (mg/l)	SiO ₂ (mg/l)	Re (mg/l)	Fe (mg/l)
本邦河川平均値	6.7	10.4	7.1	9.2	83.5	0.11
中津川平均値	6.8	4.9	2.63	14.1	42.2	0.11

第 10 図

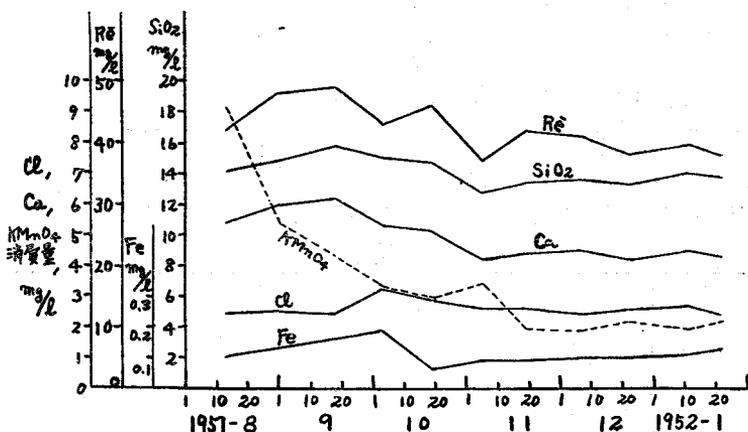


に亙る長期間殆んど毎日計画停電が行われ、11月に入つて正常に復して居る。

(6)過マンガン酸カリ消費量は8月より9月中旬にかけての測定時に於て平均値より高く、10月以降はどれも低い。即ち気温、水温の高かつた8月、9月に於て大で、気温、水温の低下した12月、1月に小である。唯8月中旬に於ける測定時の測定値が、かなり

多く、流量の大になつた豊水期に於て少くなる様である。そして、含量のMax. に表われて居る時期の流量は最も少く、Min. に表われて居る時期の流量は最も大であつた。Ca, R₆, SiO₂ 等の主要成分の変動は、降水量よりも流量の方により良く關聯している様に思われる。

第 11 図



尙又、葉水と盛岡との降水量を比較して見ると、夏季に於ては大體類似して居るが、11月以降冬季にかけては葉水の方が高い。又葉水の降水量グラフは、藪川の降水量グラフと良く類似して居る、此の事は上流山間部は下流平地部よりも冬季積雪が大である事を示す。降水量グラフに於て、9月中旬から10月上旬にかけて大きな谷が出来て居る事は注目すべきである。又流量に於ても此の期間に谷が出て濁水を示して居る。盛岡に於ては、9月の降水量は同年同月の54%であり、同年9月に最大の降水量を示して居る事を考えると、異常的に少なかつたと云える。(本年の最大は7月)然し、10月中旬より11月下旬にかけて雨天が多く、特に10月の降水量は同年同月の118%を示している。又盛岡市に於ける電力事情を附記して見ると、9月に入つて極度に悪化し、9月下旬より10月下旬

高いのは、採水時の偶然的な原因が影響して居る様に思はれる。

(7)Clの含量は、10月の下旬、中旬に於て大で、他の期間は大体ゆるやかな変動をして居る。Max. は10月上旬の測定に於て示された。これに関しては、沿岸一帯に散在している畑地の主要作物である麦に対する施肥が、9月下旬より10月上旬にかけて行なはれて居るが、此の影響が表はれたのではないかと考えて居るが、此の点今後検討して行き度い。

(8)Feの含量は、9月中旬と10月上旬の測定時に於て大で、Max. は10月上旬に於て表はれ、Min. は10月中旬に於て示されて居る。

(9)中津川の平均値と三宅氏の本邦主要河川の平均値との比較であるが、pH, Fe に於ては、

ほと接近した値を示して居る。然しFe含量は、Réとの比に対して考えると、稍多いと云える。Ca, Cl, Réいづれも中津川が小さく、SiO₂は大である。Caの含量の少ないのは、流域一帯に石灰岩の分布が見られない事から来て居ると思う。SiO₂の含量が大なのは、流域一帯が硅岩、花崗岩等の分布による酸性岩地帯であり、此の様な地質的影響によるものと思われる。特にSiO₂の含量がRéとの比に対して大なのは、中津川の化学成分に於ける大きな特徴であると思う。Clの含量の少ないのは、中津川が人為的に余り汚染されていない事を示すもので、Réの少い事、並に殆んど無色透明で異臭味が感じられなかつた事とを合せ考えると、汚染度の少い良質な河川である事を示すものであらう。

結 語

季節変化を充分に明らかにする為には、流域地帯に対して詳細な気候的要素、地質状態、森林、草原、田畑等の分布図、産業活動等の多数の資料と合せて、毎月の測定回数を多くして、解析試験を行い判断して行かねばならぬ。此の点を留意して今後引き続き検討を重ねて行き度い。終りに臨み現地での採水と測定に協力された化学研究室伊勢国雄氏に対して深く感謝の意を表し御礼申し上げます。

尙、資料を与えられた盛岡測候所岡田市郎氏、米内発電所長渡辺力氏、並に市水道課佐々木博氏に厚く感謝致します。

主 要 参 考 文 献

三宅泰雄	水質分析	小山書店
化学実験学	第一部, 第十卷	分析化学Ⅱ
同	第一部, 第十二卷	地球化学
三宅泰雄	气象集誌Ⅱ, 22, I	(1944)
吉野諭吉	日化, Vol. 71, No. I	(1950)
菅原健	水道協会誌 No. 190	(1950)