

足尾銅山廃水の河川生物に及ぼす影響

(挿図1~3)

御 勢 久 右 衛 門

On the influence of pollution by the Ashio Copper-Mine
upon the stream organisms

By Kyuémon Gosé

足尾銅山廢水の河川生物に及ぼす影響

(挿図 1~3)

御 勢 久 右 衛 門

On the influence of pollution by the Ashio Copper-Mine
upon the stream organisms
By Kyuémon Gosé

緒 言

鉱山の廢水の排出をうける河川では、魚類をはじめ水棲昆虫、藻類その他の生物が大なり小なりの被害を蒙る。

わたくしは、數年來各地の鉱山排水の川の水棲生物への影響を調べてきたが、そのうち奈良県下の立里、川股両鉱山、和歌山県下の飯盛鉱山についての結果をさきに報告した(日本生態学会誌、1960)。今回は足尾銅山(古河鉱業株式会社)の調査結果について報告したい。

本文に入るに先立ち、御指導に与つた奈良女子大学教授津田松苗博士、水質分析をして下さつた東京水産大学森田良美博士、標題目の同定をわずらわした奈良女子大学川合禎次、藻類の同定をわずらわした奈良女子大学附属高校渡辺仁治の諸氏に、謹んで謝意を表する。

足尾銅山の説明

足尾銅山の調査は、1955年8月14日~15日に行つた。この銅山は栃木県上野郡足尾町にある。古く、1610年に、足尾村の農民治部、内蔵の2人が鉱脈を発見して、採掘を開始したのに始まる。以後幕府の直轄銅山となつたが、明治維新後政府に引継がれ、1877年古河市兵衛の経営するところとなつた。爾來今日に至るまで実に60万噸余の銅を産出している。地質鉱床は足尾流紋岩類と秩父古生層の砂岩、粘板岩およびチャートである。鉱物の種類は、黄銅鉱、碓硫鉄鉱、閃亜鉛鉱、方鉛鉱などである。

坑内で採掘された鉱石は、坑内主要坑道から斜坑を通じて捲き上げられ、選鉱工場に送られる。1日に搬出される鉱石は、銅粗鉱 1,000噸、硫化粗鉱 200噸である。銅粗鉱の銅品位は約1.2%、硫化粗鉱は硫黄品位約15%、銅品位約0.4%、鉄品位約30%である。銅粗鉱は銅選鉱工場において、破碎、篩分、重液選鉱、磨鉱、分級の各過程を経たのち、銅の単一浮選法による浮遊選鉱及び濃縮脱水が行われ銅粗鉱となる。硫化粗鉱は硫化選工場においてほぼ銅粗鉱と同様の過程を経たのち、優先浮選法によつてまず総合精鉱が捕集さ

れ、更に銅粗鉍と硫化精鉍とに分けられる。

足尾製錬所は銅製煉工場を主体としているが、その排ガスから濃硫酸を製造する。硫酸製造設備は、米国モンサントケミカル社の接触法を採用し排ガス全量进行处理している。

生産能力は、粗銅月産 (Cu 99%) 1,300 吨、濃硫酸日産 (98%) 210 吨であり、その他電力、亜硫酸、足尾メタル等も産出する。

鉍害除去については、1896 年の鉍害予防命令実施以来、約 65 年の間に、莫大な費用を投じて設備を行い、鉍害の除去に努めている。即ち、坑内廃水については、大部分の坑内水は選鉍工場から約 1 km 離れた中才、切岸両浄水場に導き、分別沈澱を行う。また製練工場の廃水は間藤浄水場に導き中和沈澱を行う。これらの浄水場で坑廃水中の溶解物、浮遊物を沈澱させ、上透水は濾過して渡良瀬川に放流する。またこの浄化の際生ずる沈澱物から、月産約 20 吨の銅を回収している。

調査方法及び採集場所

渡良瀬川水系の調査に当つては、当銅山の製錬所の廃水流入地点より上流のところ、即

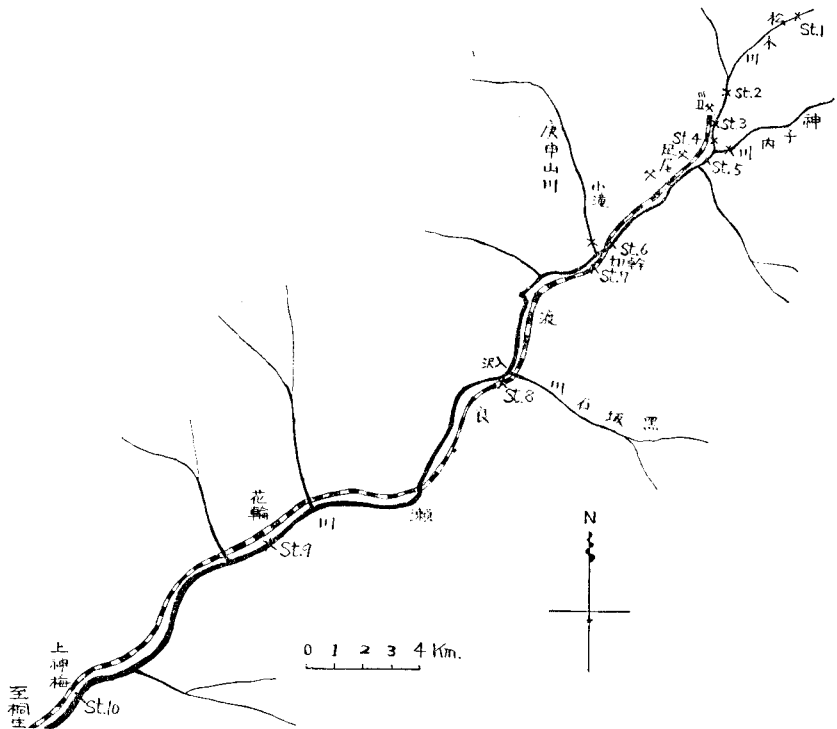


Fig. 1 Watarase-gawa system showing the survey stations

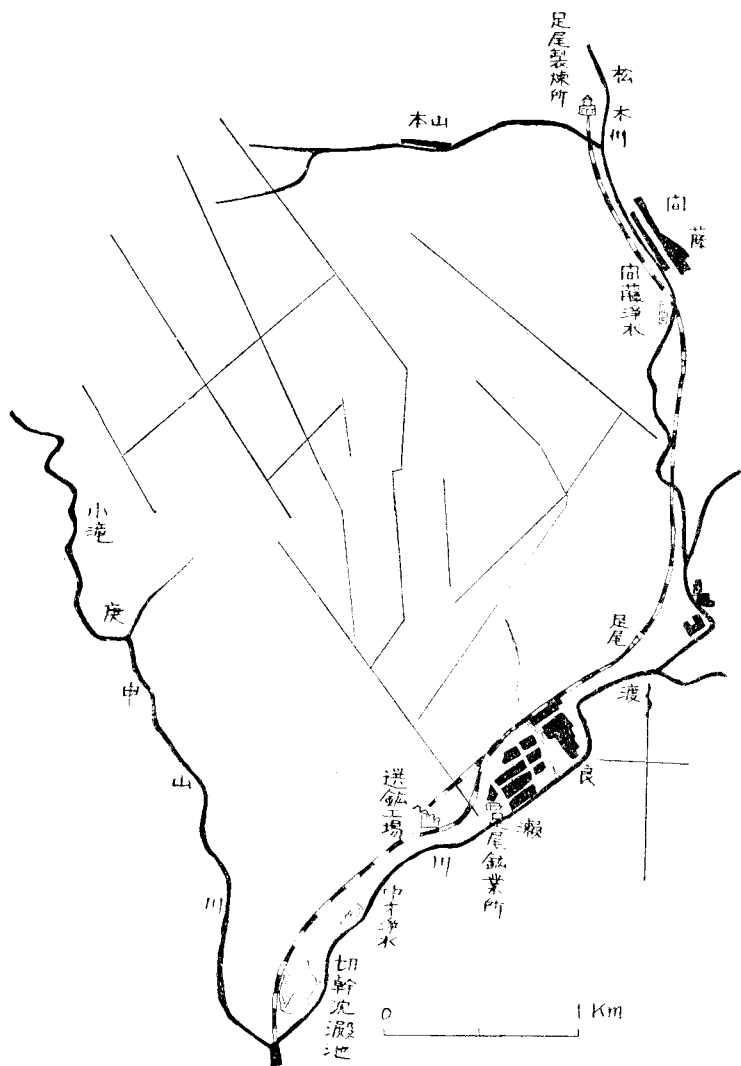


Fig. 2 General plan of the Ashio Mine

ち銅山廃水の影響のない場所より出発し、次第に下流に向つた。St. 1 は製煉所より約 8 km 上流、すなわち半月山、社山、皇海山より発する松木川¹⁾。St. 2 は製煉所より 2 km 上流。St. 3 は製煉所直下。St. 4 は渡良瀬川と神子内川（この川の水は清冽）との合流点より約 1 km 上流。St. 3 と St. 4 との中間地点に間藤浄水場がある。St. 5 は合流点より約 1 km 下流。St. 6 は渡良瀬川と庚申山川²⁾との合流地点の約 0.5 km 上流である。合流点より約 1 km 上流に、中才浄水場および切幹沈澱池がある。St. 7 は合流点より約 1 km 下流。St. 8 は沢入附近で黒坂石川（この川の水は清冽）が合流する直下、St. 9 は花輪、St. 10 は上神梅である。

各調査地点とも、比較のために常に石礫底の場所で、且つ水深 20~50 cm の所を選んだ。そして、50 cm 平方のクワドラートを水底におき、その面積内に含まれているすべての水棲昆虫を採つて管瓶に収容した。クワドラートの採集は、各調査地点ごとに 2 回づつ行つた。採集した水棲昆虫を調査地点ごとに全部合計し、種類別に個体数をかぞえて表示した。

ここに足尾銅山の調査場所、当時の水温並びに含有銅、亜鉛量、気温、pH を一括表示すれば Fig. 1, Fig. 2, Table 1 の如くである。

Table 1 Data of temperature, pH, and the amounts of Cu and Zn

Station	Water temp. (°C)	Air temp. (°C)	pH	r/l		Date
				Cu	Zu	
1	19.2	27.1	7.0	< 1	2	h m 10. 40. 14/VIII, 1955
2	19.5	27.4	6.8	6	12	11. 35. "
3	21.2	27.8	6.8	33	78	13. 15. "
4	20.3	27.5	6.8	42	135	14. 40. "
Mikouchi-gawa	18.0	27.0	7.0	< 1	< 1	15. 40. "
5	19.7	23.5	6.8	36	95	16. 00. "
6	17.5	22.7	5.8	1180	1440	7. 10. 15/VIII, 1955
7	18.1	23.0	6.0	520	1130	8. 30. "
Kōshinyama-gawa	16.1	24.8	7.0	190	150	8. 10. "
8	19.8	30.1	5.8	134	780	10. 30. "
9	20.3	31.2	6.6	36	412	12. 45. "
10	23.5	29.1	7.0	16	192	14. 30. "

- 1) この附近の山は製煉所の排気ガス（亜硫酸ガス）の被害により樹林はほとんどなく、このため岩石が露出し、常に岩崩れをおこすために川底が安定していない。
- 2) 庚申山川の小滝坑は、大正年間に盛に採掘されたが、現在では廢鉱となつている。

生物調査の結果および考察

足尾銅山の廃水が河川の生物に及ぼす影響について述べる (Fig. 3)。足尾製煉所の廃水流入地点 (St. 3) より上流では、水棲昆虫の種類数、個体数は普通の河川と比較すれば、少々貧弱な程度。しかし流入点以下、すなわち、St. 3 より St. 8 までは、種類数、個体数ともに、きわめて貧弱となる。St. 3 は *Rhyacophila* sp. [RE] (ナガレトビケラ 1種)、*Hydropsyche ulmeri* (ウルマーシマトビケラ)、St. 4 は *Rhyacophila* sp. [RA], *Stenopsyche griseipennis* (ヒゲナガカワトビケラ) をわずかに認めたのみである。St. 5 は *Baetis* sp. (コカゲロウ 1種)、*Epeorus napaesus* (オオヒラタカゲロウ)、*Dinarthodes japonica* (コカクツツトビケラ) が僅かに認められたが、これは多分神子内川から流入したものであろう。*Dinarthodes japonica* の個体は、銅山廃水のために死んだ死骸であった。St. 6 では *Polycentropus* sp. (イワトビケラ 1種)、*Acroneuria stigmatica* (モンカワゲラ) が認められた。菊地 (1959) によれば、*Polycentropus* sp. は別子銅山の廃水河川でも採集されている。St. 7 は *Rhyacophila* sp. [RE], *Stenopsyche griseipennis*, *Nemoura* (*Protonemura*) sp. (オナシカワゲラ 1種)、*Parachauliodes japonicus* (クロスジヘビトンボ) が認められる。St. 8 は *Rhyacophila* sp. [RE], *Protohermes grandis* (ヘビトンボ) が認められる。ヘビトンボの類は鉦山廃水河川に、しばしば発見される種で、筆者の報告 (日本生態学会誌, 1960) した、奈良県の立里鉦山廃水の排出される川にもこの類が出現している。St. 9, St. 10³⁾⁴⁾ は、足尾銅山の製煉所廃水および各浄水場での溶解物、浮遊物を沈澱させたのちの、上透水を初過して渡良瀬川に放流している地点より、それぞれ 27 km, 38 km 下流の地点であるが、ここでは *Hydropsyche nakaharai* (ナカハラシマトビケラ)、*Baetis* sp., *Protohermes grandis*, *Tipula* sp. (ガガンボの 1種) が認められた。それらの種類数、個体数とも、やや回復した水棲昆虫相を呈している。このうちヘビトンボの類については前述した通りであるが、*Baetis* sp. も鉦山廃水には比較的耐え得る種であることが、筆者の奈良県立里、川股両鉦山、和歌山県飯盛鉦山により、また菊地 (1959) によつて知られている⁵⁾。

いま比較のため St. 5 と神子内川との水棲昆虫相を表示すれば Table 2 の如くである。

- 3) 川底に附着する藻類はすこぶる少なく、St. 9, St. 10 で *Surirella robusta* がかなり多く、*Achnanthes* sp. が僅かに認められたのみである。
- 4) 漁師の談によれば、魚類については St. 1 附近にイワナ、サクラマス、ウグイ、アブラハヤが棲息し、St. 8 附近ではアブラハヤが最も多く、ギバチ、ウグイ、オイカワ、カワムツ、ウナギ、カジカが僅かに認められる。St. 9 附近より下流には、サクラマス、イワナ、ウナギ、アブラハヤ、オイカワ、カワムツ、カジカなどが棲息するという。
- 5) 足尾鉦山について生野、柵原、神岡、尾小原、細倉、尾去沢、小坂の各鉦山について報告し、その後鉦山廃水の河川生物に及ぼす影響について総合論議をしたい。

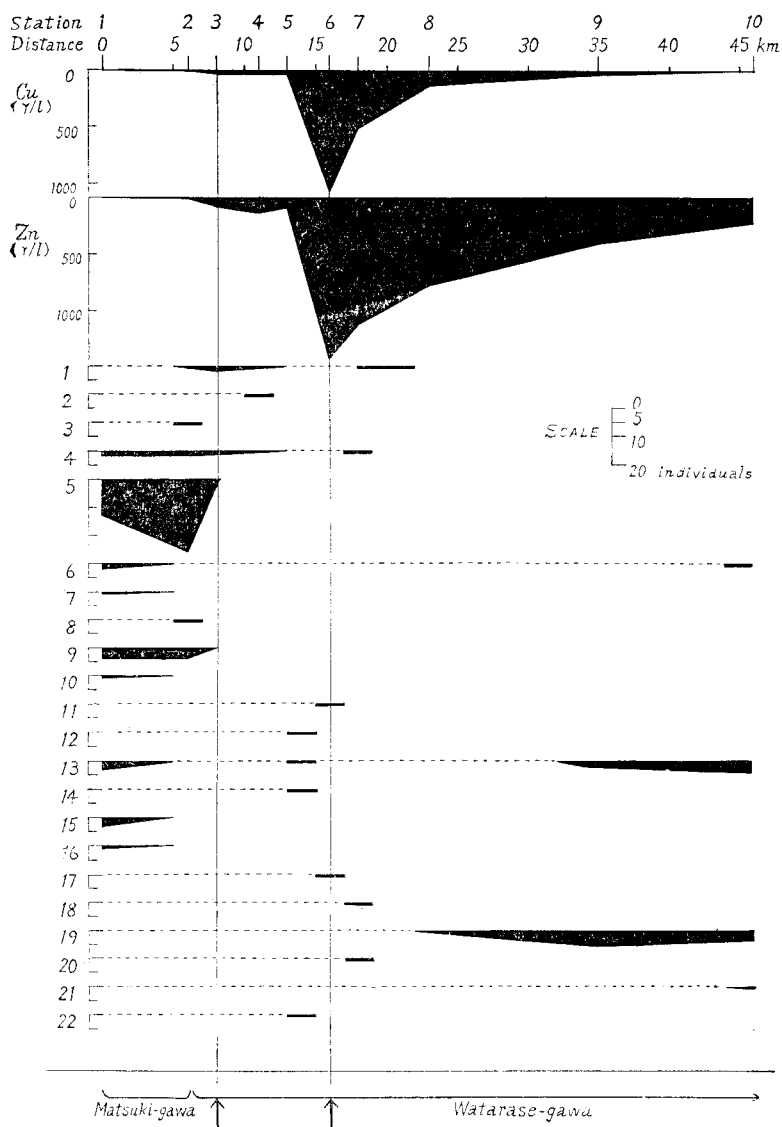


Table 2 Aquatic insects from St. 5 and Mikouchi-gawa ; the mean total of individuals of 2 quadrats (50cm×50cm) samples

Name of species	Station	St. 5	Mikouchi-gawa
TRICHOPTERA :			
1. <i>Rhyacophila nigrocephala</i>			1
2. <i>Stenopsyche griseipennis</i>			2
3. <i>Mystrophora</i> sp.			2
4. <i>Goera jaonica</i>			1
5. <i>Dinarthodes japonica</i>		1*	3
EPHEMEROPTERA :			
6. <i>Epeorus latifolium</i>		1	39
7. <i>Epeorus napaecus</i>			1
8. <i>Ephemerella</i> sp.			1
9. <i>Baetiella</i> sp.			1
10. <i>Bactis</i> sp.			1
11. <i>Ecdyonurus yoshidae</i>			1
12. <i>Rhithrogena japonica</i>			5
DIPTERA :			
13. <i>Simulium</i> sp.			1

* Dead insect.

Fig. 3 River pollution by the Copper-Mine and the organisms in the Watarase-gawa system ; diagram shows the mean total of individuals of aquatic insect larvae in two samples, obtained by a quadrat (50cm×50cm) ; two arrows at the bottom indicate the points where the mine effluent discharges in the river.

1~12, Trichoptera; 13~16, Ephemeroptera; 17~18, Plecoptera; 19~20, Neuroptera; 21~22, Diptera. —L, *Rhyacophila* sp. [RE], *Rhyacophila* sp. [RA], 3, *Rhyacophila niwae*, 4, *Stenopsyche griseipennis*, 5, *Hydropsyche ulmeri*, 6, *Hydropsyche nakaharai*, 7, *Arctopsyche* sp. [AC], 8, *Arctopsyche* sp. [AE], 9, *Mystrophora* sp., 10, *Apatania* sp., 11, *Polycentropus* sp., 12, *Dinarthodes japonica*, 13, *Baetis* sp., 14, *Epeorus napaecus*, 15, *Epeorus uenoi*, 16, *Rhithrogena japonica*, 17, *Acroneuria stigmatica*, 18, *Nemoura (Protonemura)* sp., 19, *Protohermes grandis*, 20, *Parachauliodes japonicus*, 21, *Tipula* sp., 22, *Chironomus* sp.

参 考 文 献

- 御勢久右衛門：日本生態学会誌，10，38—45，1960。
 五十嵐彦仁：北海道に於ける鉱工業排水と水産被害，1956。
 菊地 俊夫：新昆虫，12，2—7，1959。
 小泉 清明：高原川水質汚染調査結果の概要，1952。
 小泉 清明：恵比寿鉱山廃水と和田川の水質，1953。
 小泉 清明，井出 嘉雄：八ヶ岳鉱山の鉱害に関する意見書，1954。
 佐藤 隆平：青森県小川原沼の水産開発調査，4，41—50，1951。
 MACAN, T.T. and WORTHINGTON, E. B. : Life in Lakes and Rivers. London, 1951.

S U M M A R Y

The effect of river pollution by the Ashio Copper-Mine, near Nikkô in Tochigi Prefecture, upon the aquatic insects was examined. The insect samples were collected quantitatively at ten stations in the Watarase-gawa system, which receives the effluents of the Mine at Station 3. The amounts of copper and zinc dissolved in the river water increase rapidly at St. 6, where there were found two kinds of insect larvae, a caddis worm, *Polycentropus* sp. and a stonefly nymph, *Acroneuria stigmatica*. The effect of river pollution is distinct; the aquatic insects decrease markedly in both the number of species and of individuals. In St. 9 and 10, 27 km and 38 km respectively, distant from the effluents of the Mine, it seems to recover the aquatic fauna to a certain extent.

(著者：御勢久右衛門，奈良県立五条高等学校；Kyuémon Gosé, Gojo High School, Nara Prefecture)