鑛毒の原因と其の防除

小 林 純

俗によく用ひられる鑛毒云ふ言葉は、極めて廣義に解釋する場合は鑛山及び工場から流出する有毒な廢水に因つて引起される農作物其他の被害、即ち鑛工害を意味する様に思はれる。戦前より飛躍的な發展を遂げた我國の鑛工業に伴つて農作物の被害も急激に増加し昭和15年には既に、農林省の調査に依れば被害耕地の總面積が表裏作を合して10萬町歩に達してゐる程である。而も鑛工害は單に農作物や水産物の生産を阻害するに止まらず精神的に農家の耕作意欲を減退させ、又鑛工業者と農民との間に紛議を惹起して誠に厄介な問題を起す場合が少くない。食糧が豊富にあつた往時には金錢を以つて問題を解決する手段もあつたけれども今日はその様な事は許されない。即ち今日は鑛工業に因る農業被害はその原因を科學的に調査して被害の防除軽減を圖らねばならないのである。筆者は農林省在職中からこの方面の調査研究を擔當して來た關係上多少の私見を述べたいと思うけれども、併し一口に鑛工害と言つても其の種類が甚だ多くて原因對策が一様でなく、而も紙面が限られてゐる爲に茲には最も被害面積の多い種類について其の概要を説明するに止める。

銅山に因る被害

徴候と原因 銅山の坑道から流出する水や鑛滓より滲透する水は多くの場合硫酸を含有して強い酸性反應を呈し且つ有毒なる硫酸銅其他の銅化合物を含有してゐる。又浮游選鑛場から出る濁つた廢水は黃銅鑛の細粒其他の銅、硫黃の化合物を含有してゐるから、之等の廢棄物をその儘河川に放流する事は法規上からも又道義上からも許されない。従つて鑛山は坑道水には鐵屑を加へて銅を沈澱採收した後適量の石灰を投入して酸性を中和し沈澱池又はシツクナーに導いて沈澱物を除去してから放流し、又選鑛廢水は一旦ダムに入れ有毒なる砂泥を沈澱させた後に上澄液を放流する。又選鑛廢棄物たる鑛滓は微細な粒子から出來てゐる之も田畑に入れば有毒であるから降雨等の際に流失しない様適當なる廢棄場所に堆積する。以上の如く廢水鑛

滓に就て鑛山は諸種の防毒處置を講じてゐるから、従つて假に之等の設備が完備し、其の運用に當つて鑛山が誠意を以つて充分なる量の石灰を投入し又鑛滓や沈澱物が流失しない様其の處置に遺漏がないものとすれば、下流の耕地に大なる被害を及ぼす處はない筈である。然るに實際に於ては有毒鑛水の流出は晴雨に拘らず晝夜間斷なく行はれる結果其の除毒を絶對的完全に施す事は至難であり、又地震颱風等の災害に會つて、ダムが決潰し鑛滓が流失する様な場合も屢々發生する。況して除害施設が不完全な上に廢水處理に誠意を缺き、周圍の迷惑等を顧みない鑛山があるとすれば、農業被害の發生する事は當然である。

斯様な譯で鑛山の河川には先づ例外なく所謂鑛毒が發生して農民を困らせるのであつて、被害面積の大きい場合は數百町歩或は千數百町歩にも達する。鑛毒の徴候としては先づ河川に生棲する魚介水藻類が死滅して其の影を没し、次いで多くの場合は河底及び灌漑水路の岩石石塊等が赤褐色に蔽はれて恰も煉瓦様の色を呈し、之を一見して河水中に有害な酸性物質が混在する事を思はしめる状態となる。而して其の河水を灌漑する水田に於ては稻葉は移植後勢力回復に長時日を要し分蘗少なく發育不良となり特に根の生長が阻害せられる。其の結果として當然收量が減少し、害の甚だしい場合には全く枯死する場合もある。

扱てこの被害の原因に就て考察するに、多くの場合銅及び硫酸が水田中に漸次沈積して、之等が直接的に稻の生育を阻害してゐるのみならず、間接的には土壤の酸性反應が強くなり、又漏水量が多くなつてゐる。漏水量の大きなる原因は酸性灌漑水により粘土分が凝固する事に基因するもの様であるが、其の結果被害水田に於ては更に惡水の掛け流し灌漑を行ひ延いては地温の低下をも來す。又一面から見れば微生物の繁殖活動が妨げられる結果、堆肥其他の肥料分の分解が阻止せられる。尙この外最近注意せられるに至つた原因として、酸性の水を多年灌漑

する場合水稻の根部を保護すべき作土中の鐵分が溶脱して失はれる事であつて、其の爲に鑛山から來る多量の硫黄化合物の爲に水稻の根が劇しい根腐れ現象を起す事が屢々ある。以上の如く直接或いは間接的に諸種の悪影響が原因となつて農作物は前記の様な生育障害を起すわけである。

次に銅が水稻に及ぼす害作用に就いて少しく記して見よう。筆者が嘗て種つた植木鉢試験を例にすれば荒川沖積土壤に硫酸銅を添加する場合に銅量が土に對して0.01%の時は水稻は約3割の減收を來し、0.025%の時は約6割の減收を示してゐる。斯様に銅の害作用は恐るべきものであるが、然し土壤の性質、作物の種類、栽培法の如何、銅の化合形態等によつて其の有害程度に驚く程の相違を生ずるものであつて、就中土壤の反應の如何は極めて大なる關係を有してゐる。即ち土壤の反應が酸性の場合は銅が極めて微量に存する場合にも劇烈なる被害が発生するのに對して、土壤の反應が中性或は更に進んでアルカリ性反應を呈する場合は土壤中に比較的多くの銅が存してもその害作用は輕微である。従つて銅山の鑛毒地に於ては銅の含有量のみならず土壤の酸性の程度が被害割合を決定する場合が少くない。實際の場合鑛毒地には鑛山から多量の硫酸が流れて來るから、土壤は殆ど例外なく酸性反應を呈し、pH3.0~5.0、置換酸度10~100程度の強い酸性の場合が多い。従つて結局銅山に因る農作物の被害の直接の原因は多くの場合、土壤中の銅の含有量と土壤の酸性度とを掛け合せた相乘的な原因によつて左右されてゐることを云つて差支へがないと思ふ。

防除法 銅山に因る被害を防除輕減する爲には銅山並に農家の双方が夫々防除對策を採る必要がある。先づ毒水の根源を直し有害な水を少くする爲には鑛山の除害施設の完備と其の運営に充分留意させ、且つ灌漑水は出來得る限り鑛毒を含有しない水を他より誘導し、又毒水の掛け流しを極力避ける等の措置が必要である。然し之は各鑛山及び被害地によつて夫々事情を異にしてゐるからその方法を具體的に記す事が出來ない。従つてここには主として被害者側が採るべき除毒方法に就て述べて見よう。先に記した様に銅山に依る被害の直接の原因は硫酸に因つて土壤が酸性化し、其の爲に銅の毒性が強

くなるからであり、又間接的には酸性水の灌漑によつて土質の悪化、殊に水稻の根を保護すべき鐵分の溶脱と、水持ちの悪化等を來した結果であるから、従つて被害土壤の改良に當つて最も有効なる方法は次の通りである。即ち第一に石灰を施用して土壤並に灌漑水の酸性を完全に中和する事、第二に水稻の根腐れを防止する爲に客土を行ふ事である。石灰の效果に就ては既に古くから知られてゐることであり乍ら、現在も尙ほ最も重要な事項である。某鑛山の被害地の土壤を用ひて水稻の植木鉢試験を行つた一例を示すと、稻の減收が約4割程度の土壤に反當50貫に相當する石灰を加へた場合被害は殆ど現はれない。又減收7割6歩の土壤に反當50貫の石灰を施用するに、減收は2割3歩に減少してゐる。斯様に石灰を施用して酸性を中和すれば被害を大いに減じ得ることが明白であるにも拘らず、實際鑛害地を調査して農家の石灰の施用状況を見るに、不合理なものが多く、特殊な農家を除けば施用量が甚だ不足してゐる爲に、土壤の酸性が依然として強く、従つて被害が殆ど輕減されてゐないのが大多數である。従つて我々技術者としては、被害土壤並に灌漑水の酸性度を檢定して石灰の必要量を算定し農家にそれだけの石灰を施用させる様指導する事が一番大切である。この爲に自分はpHや置換酸度を現地で測定し得る様器具藥品のセットを考案して携行する事にしてゐる。

次に農家が採るべき今一つの對策は客土である。従前の考へ方では客土は悪化した耕地に良い土を混入して改良するといふ漠然たる意味を持つてゐるに過ぎないけれども、客土こそは重要な意義を持つ事を筆者は發見した。それは先にも記した如く酸性水の灌漑に因つて作土中の鐵分が溶けて失はれた結果、鑛山から來る多量の硫黄化合物の爲に水稻の根が腐り、恰も極端な老朽化水田の場合と同様な現象が鑛毒地に現はれる。之に對して客土を行へば、硫黄化合物から根を保護すべき鐵分が補給される結果、根腐れがなくなり被害輕減に非常に大きい効果を齎すからである。従つて従前は鑛毒地の除害對策としては石灰の施用のみに重點を置いた憾みがあつたが、今日は石灰の施用と共に客土に重點を置いて被害地を完全に復出出来る程の好結果を得られる様になつた。