寄生虫卵を有する農家の糞便の合理的 処理法について (第 I 報)

山口左伸・稻臣成一・木村道也

岡山大学医学部寄生虫学教室

RATIONAL TREATMENT OF FARMERS' NIGHTSOIL CONTAINING ASCARIS EGGS

SATYU YAMAGUTI, SEIICHI INATOMI and MICHIO KIMURA

Dep. of Parasitology, Okayama Univ. Medical School

寄生虫卵を有する農家の糞便を合理的に処理するに当つて、糞尿が我国農家の重要な自給肥料である現状では寄生虫卵を滅殺するだけでは合理的処理法とは云えない。それにはどうしても次の条件が必要である。

1. 寄生虫卵、嚢子、病原菌を確実に比較的短期間に滅殺すること。
2. 自然腐熟を促進し、肥効を高めること。
3. 簡易で取扱上危険のないこと。
4. 経済的であること。
5. 季節的影響を受けないこと。
6. 作物に対し薬害のないこと。

以上の条件を悉く満足させることは非常にむづかしく、現在までわが教室で行つた研究の成果はこの条件を完全に満足させるところまで至つていない。従つてこゝに報告するものは未完成のものであることを最初に断つておく。

およそ糞便内に出てくる寄生虫卵のうち最も抵抗の強いものは蛔虫卵であるから蛔虫卵を滅殺し得るならば他の寄生虫卵や病原菌は問題にならない。まず蛔虫卵を滅殺する目的で従来行われた方法を大体次の 4 項目に大別出来ると思う。

1. 熱処理法
2. 自然腐熟法
3. 人工腐熟法
4. 化学薬品処理法

熱処理法には堆肥醗酵による熱を利用する方法が既に早く実行され実際に好成績を挙げているが農家の糞便を悉く堆肥の材料とすることは不可能と言つてよい。又生石灰混入や電解、超短波による方法又は硫酸を加えて糞尿中の NH_3 を硫酸に変じた後草炭等に吸着させてから熱乾燥をする等の方法もあるが、まだ広く行われるまでに至つていない。野壺や厚生省式改良便所によつて自然腐熟をはかる方法もあるが、これには相当長い（殊に冬期では）時日を要する。普通便を 25°C の孵卵器内で尿の混じらない糞便に蛔虫の子宮卵を入れて観察した結果顕微鏡下で明かに死卵として認められたのは 49 日からで、全卵死滅には 67 日を要した。但し 2.5% フォルマリンで培養した結果では 28 日で顕微鏡的变化を認めないのに既に死滅していた（第 1 表）。もしこの自然腐熟を人工的に促進して合理的処理法に必要な他の条件を満足させることが出来るならば合理的

処理の目的が達せられる筈である。然し冬期に自然腐熟を促進させるためには一方に熱源を必要とする関係上実際には気温の高い時だけしか応用されない。この点は化学薬品をもつてする処理法に長所がある。然し一面また取扱上注意を要する短所がある。そこでわれわれは夏期は人工腐熟促進法を、冬期は後述の DD による薬品処理法を推奨したいと思う。

人工腐熟促進法にも主としてアルカリ性処理によつて多量の NH_3 を発生させる方法（例えば群大松村教授の魚の内臓を投入し表面に石油を流す）或は各地で行われた酵母利用法等があり、わが教室では大豆粉と酵母、枯草菌、酵母、魚粉或は更にこれらに少量の過磷酸石灰を加えて行つたアルカリ性腐熟促進処理法が好成績を挙げた（第1表）。

第 1 表. 無処理糞便及び種々に処理した糞便の蛔虫卵に及ぼす滅殺的効果

他方酸性処理法を考え出す前にわれわれは糞便の腐敗によつてある毒物殊にアミンの産出されることを想像してその産出に最も好適と思われる Gale の酸性培養法（即ち普通寒天培地上で増菌した大腸菌の 50 g を Casein-Glucose Broth (Digested casein solution 200 c.c., Glucose 10 g, Broth 800 c.c.) 11 中に移植し 25°C で 18~20 時間培養）によつて培養した大腸菌を魚の内臓と過磷酸石灰とを投入して酸性とした所謂酸性魚便（これだけでも既に 20 日前後から変性卵が認められた）に加えたところ蛔虫卵は 7 日目から顕微鏡下で明かに認められる変化（まづ萎縮ついで顆粒状変性）を起し始め 11 日目で全卵死滅した。こゝに於て Gale 酸性魚便の pH, 菌数, Paper chromatography によるニンヒドリン呈色物質の消長を調べたところ（第2表）, Gale 培養の大腸菌を投入して 24~48 時間後に pH が急に 5 以下に下降すると共に菌数が減少してきた。一方それぞれ移動速度 (Rf) を異にするアミンのニンヒドリン呈色斑のうち第 1 日は 4 箇, 第 2 日以後は 2 箇の新しいものが検出され又移動速度の極めて低い不明の斑点の出現を認めた。この不明の斑点は 3 日後に消失したが他のアミンの斑点と思われるものは 6 日後に pH が 5 に安定し菌数が 20 億以下になつてからも依然証明された。この事実から Gale 酸性魚便で魚の内臓の蛋白の分解が進むとともに, アミンが生成されて存在する一方 Gale 培養によつて菌体外に産出された物質のほかに菌体内に生成された特殊物質（脱炭酸酵素を含む）が菌の崩壊と共に遊離したものと考えられる。ここで Gale 培養の大腸菌を実際に糞便に応用することが困難であるところから

糞便内既存の大腸菌を利用しこれに蛋白源として魚粉を加え酸性にするためには過磷酸石灰を加えることにしたのである。その混合の割合は種々の組合せで実験した結果最も経済的と思われる方法は結局尿尿 100 g に対し魚粉 2% 過磷酸石灰 1% を加え 25°C で 15 日目に卵に顕微鏡下で認められる変化が起きないのに 2.5% フォルマリン培養の結果では全卵死滅していた。そこで Gale 酸性魚便や魚粉過磷酸石灰法で処理した便で如何なる物質がかくまで有効的に殺卵効果を発揮したのかをつきとめるべく研究を進めたのである。そのためにはまずこれらの便の化学分析を行う必要があるので第3表に示す様な方法で最初に便の濾液を石油エーテルで処理しその不溶部をエーテルで抽出(エーテル可溶部は段階的に夫々 NaHCO_3 , Na_2CO_3 , NaOH に移行する脂肪酸 Phenol 等を分離し残ったエーテル層から塩酸抽出によつて塩基を分離し最後のエーテル層から

第2表. Gale 酸性魚便の pH 菌数及びペーパー・クロマトグラフィーによるニンヒドリン開色物質の消長

中性物質を得たのである。かくして分離したものを夫々原便に含まれていたと同じ濃度で(この際脂肪酸等水に溶けないものに少量の人の胆汁を加えた)蛔虫卵に作用させたと何れも卵の發育を抑制出来なかつた。エーテル不溶部は飽和硫酸とアセトン(50%)で沈降させ硫酸沈降は更に透析乾燥し、アセトン沈降は塩酸で溶かし不溶性の無機塩を濾過し、濾液を再びアセトンで沈降させた後真空乾燥してこゝに蛋白体、アミン、アミノ酸、酵素等を含む物質 A (顕微鏡的には Acetylphosphate の外に主として菌体及びその崩壊物その他から成つてゐる)を得た。他方最初のアセトン沈降の際清液を濃縮してから Ethanol に溶けるもの Albumose, Peptone, アミノ酸、色素等を含む B と Ethanol に溶けない無機塩類 C とに分け、濃縮の際別に一部を蒸溜して揮発性部分 D (アセトン, NH_3 , HS_2 , CO_2 , Indol, Skatol 等)を得た。此等の揮発性部分は何れも殺卵力をもつていないか或はもつていても有効量は含まれていない。A, B, C それぞれについては第4表の示す様に A 単独でも 0.5% 水溶液として(Gale 原便に含まれていた量)蛔虫卵に 25°C で作用させ 43 日目に最初の死卵が認められ 53 日で全卵死滅した。B の 0.2% (これも Gale 原便に含まれていた量)では 5 日後に既に分

糞便過瀉

可檢物 (25℃)	日数	10	20	30	40	50	60
水100cc + A 0.5g.		+++++					
水100cc + B 0.2g.		○					
水100cc + C 0.7g.		-----					
水100cc + A 0.5g + C 0.7g		-----					
水100cc + A 0.5g + B 0.2g		-----					
水100cc + B 0.2g + C 0.7g		-----					
水100cc + A 0.5g + B 0.2g + C 0.7g		-----					

----- 生 卵
 発 育 卵
 ○ 仔虫 2 藏卵
 +++++ 変 性 卵
 ----- 死 卵

NII-Electronic Library Service

裂を開始し、C の 0.7%（これも Gale 原便に含まれていた量）では 60 日後になお分裂を抑制していた。A+B, A+C, B+C の混合液（原便に含まれていたと同じ割合で混合した）も同様単に發育を抑制はしたが殺卵するところまで至っていない。然るに A+B+C の混合液では 6 日目に最初の死卵が見られ 35 日で 100% 死滅した。これを Gale 酸性便と比較すると死卵の出現の時期はほぼ同様であり、全卵死滅に要する日数が、11 日に対し 35 日に延びているだけで大体同じ有効物質が作用したものと考えて間違いないと思う。一方この混合液の糞便内細菌を培養したものに対する影響を調べたところ第 5 表に示す様に大腸菌系の桿菌は死滅しないが他の球菌群は 1 日以内に死滅し

第 5 表. Gale 酸性魚便のアセトン沈降物及び其他含有物質の糞便中細菌に及ぼす影響

た。以上の事実から結論すると殺卵性有効物質の主体はアセトンによつて沈降された A 物質であり、しかもこれが糞便内の桿菌群特に大腸菌に由来するものであることは容易に想像される。この想像を更に裏付ける事実としてこゝに多槽式尿尿処理槽内の菌相、菌数、pH の変化と蛔虫卵死滅との関係を挙げる事が出来る。

この多槽式処理槽は元来部落共同尿尿処理の目的に構築した模型であるが、一週間の間隔で第 1 分槽に尿尿（尿は糞便の 4 倍）1 分槽分を投入することによつて最初に投入されたものが毎週 1 分槽分ずつ次の分槽に進む様にしたものである。第 6 表で明かな

菌又は類似の桿菌が専ら存在し連鎖球菌が一部第1分槽にみられてもその後に消失する点など Gale 酸性魚便の場合と同様である。又第8表に示す様に抑制乃至殺卵性有効物質特にその主体をなすアセトン沈降 (FAP) の含有量の差が Gale 酸性魚便、魚粉過磷酸石灰便と普通便の抑制乃至殺卵力の差 (第1表) と平行的関係をもっている点とを

可検物	アセトン沈降区分 A.	アセトン可溶区分		濾過残渣 (粗目網通過) R.
		エタノール可溶部 B.	エタノール不溶部 C.	
10% 糞便水溶液 100 + 魚肉脂 2 + 過磷酸石灰 3 + Gale 培養大腸菌 1	0.5	0.2	0.7	12
糞便 50 + 水 50 + 魚粉 2 + 過磷酸石灰 1	0.45	0.2	0.2	11
普通便	0.4	1.25	1.0	9

第8表. 諸種糞便のアセトン沈降・エタノール可溶・エタノール不溶区分含有量

総合して (尤も普通便との抑制物質の主体はむしろ C 区分にあるが) 我々は抑制乃至殺卵性物質の主体は糞便内の桿菌主として大腸菌に由来するものであると考える。なお FAP は 100°C に30分加熱しても、その有効性を失わない。更にその物質の蛔虫卵に対する阻害作用の機序については今後の研究に俟たねばならない。

第9表. DD 0.1% 尿尿 (1:4) 中蛔虫卵及細菌に対する効果 (25°C)

以上の様に酵母や細菌を利用した生物学的処理法は殺卵とともに肥効を著しく高め農家の野壺に直接応用出来るが遺憾ながら気温の高い季節だけしか短期間に殺卵効果が発揮されないで冬期に強いてその効果を求めるならば別に熱源を必要とする。故に我々は冬期でも実施可能な処理法として季節的影響を受けない化学薬品を使用すべく研究を進めた結果土壌燻蒸剤としてアメリカで創製され日本にも輸入されている DD (Dichloropropane $C_3H_6Cl_2$ と Dichloropropene $C_3H_4Cl_2$ の混合液) が我々の目的にそうことを知った。これは既に松村教授も使用されているが最近の同氏の報告によると二硫化炭素に劣ると発表されている。然しわが教室の研究したところでは (第9表) 尿尿

(1:4 の割) に対し 0.1% に稀釈して、その中の蛔虫卵に作用させると 24 時間以内に死滅するが稀釈後 4 日以上放置するともはや殺卵力を失う。しかも DD を加えない尿尿と比較して菌数の上に差異を認めない。又尿尿混入して 4 週間以上経過した後ならば、小松菜・壬生菜の生育に対してのみならず小麦の発芽に対してさえも無害であることがわかった。特にこゝに強調したいことは自然腐熟完了前に薬害作用が完全に消失することである。この元来土壤燻蒸剤は高い揮発性と使用上の注意によつて薬害の避けられる点が高く評価されたのであるが、蛔虫卵を滅殺する目的にもよく、かつ農家の野壺に直接使用することも出来ることが判明した。この DD はアメリカから輸入されているものが封度小売 95 円、卸 76 円で、松村教授の推賞される二硫化炭素と値段の上で大差がないのみならず、これが国内で生産されるようになるならば更に一層廉くなり広く農家で使用されるようになると思う。この意味で DD の国内生産が大いに望ましい。DD は 0.1% の濃度では糞便内の細菌に対し殺菌的效果はないので自然腐熟の現象に悪影響を与えないが NH_3 の揮散を抑え肥効を高める目的に過磷酸石灰を少量加えることを推奨する。

序に尿尿処理に賞用される他の薬品について一言したい。石井博士の *p*-Thiocresol、長野博士の Dinitro-*o*-Cychohexylphenol の様な Phenol 系のものは確かに有効であろうが容易に分解したりまたは揮発する性質がないから果して長期に亘つて使用して薬害が無いが疑問である。この点からは完全に揮散する松村教授推奨の二硫化炭素の方が有利である。然し他方強い引火性をもっているので貯藏又は使用上に危険がある。又われわれの教室で行つた追試では 25°C で尿尿 (1:4) に 0.025% 及び 0.5% 二硫化炭素を加え 4 日及び 7 日目に蛔虫卵を抽出培養したところ幼虫にまで發育した。故にわれわれは寧ろ蛔虫卵滅殺をかねた尿尿処理においては二硫化炭素よりも DD を使用の方がよいと思う。

なお最近長野博士は NO_2 が顕著な殺卵力をもっていることを主張され尿尿内で亜硝酸曹達に硫酸を加えて發生する NO_2 をして蛔虫卵を滅殺する方法を推奨されているがわが教室で 2000 倍の NaNO_2 及び KN_2 に対し NO_2 を發生させるに必要な量の硫酸を加え 25°C で対卵効果を検したところ 10 日目で既に 4 乃至 16 細胞期まで發育し、一方同様に処置した尿尿内では単細胞にとゞまつていた。然しこれは尿尿自体の抑制作用に帰すべきものであると思う。

更にわれわれは過磷酸石灰をもつて硫酸に代えて化学反応の当然起るべき過磷酸石灰内の遊離磷酸 1 に対し KNO_2 を 3 の割合よりも多く倍量の遊離磷酸を作用させ (この際明かに NO_2 の發生することを沃度クロロフォルム法でたしかめた) 対卵効果を検したところ 25°C では 4 週間後に 80% の死卵を認めたが冬期の室温では 6 週間後でも死卵を認めなかつた。これは磷酸の場合は低温度に於て化学反応速度がおそいので冬期の使用には適しないと思う。以上の生物学的処理法でも DD を使用する場合でもともに農家の野壺に直接応用出来るが便所に応用するには従来の便所を改造する必要がある。然しその方法についてはこゝでは触れないことにする。

擧筆に当り本研究に関し多大の援助を与えて下さった岡山大学医学部生化学教室、附属病院前田薬局長及び白石工業株式会社に対し深甚の謝意を表する。

主 要 文 献

Gale, E.F. (1940) The Production of amines by bacteria. I, the decarboxylation of amino-acids by strains of <i>Bacterium coli</i> Bioch. I. 34(1) 392-413	感染予防の可能性 公衆衛生第 13 巻 2 号 40-44
Gale, E.F. (1951) The chemical activities of bacteria. 398 pp.	長野寛治 (1949) 日本学術会議総合研究 寄生性疾患科会 昭和 24 年度研究報告 II.
石井信太郎 (1950) 文部省科学研究 (総合研究 B. 701) 寄生性疾患に関する研究 第一分科会 蛔虫の予防 便壺尿溜中の蛔虫卵殺滅法の研究	長野寛治 (1952) 蛔虫の撲滅に関する研究 日本医事新報 1488 号 3-4
梶玉威 (1951) 尿尿処理の知識とその研究 神奈川県衛生研究所	谷川久治 (1951) 寄生虫病の予防対策と尿尿処理の研究 千葉医学会雑誌 第 27 巻 2 号
松村龍雄外 (1953) 尿尿の薬剤処理による蛔虫	山口左伸・稻臣成一 (1952) 寄生虫卵を有する糞便の合理的処理法の研究 岡山県地方寄生虫予防対策協議会会報 第 2 号 昭和 26 年度報告 岡山県衛生部 1-3 4 22