

家畜ふん尿の土壤還元による 微生物汚染に関する研究

中野 益 男

畜産環境学科環境保全学研究室

1. 目 的

近年、畜産経営規模の拡大にともなう畜産廃棄物の増加は、深刻な畜産公害をもたらしてきた。この解決法として、家畜ふん尿の処理と有機質肥料としての利用を兼ねた農地への多量還元が推奨されている。多量還元による土壤の理化学性的変化については、比較的詳しく研究されているが、土壤微生物叢への影響について未だよく調べられていない。しかし、家畜ふん尿の汚物としての性格上、多量還元は必然的に家畜から排泄される病原微生物および腸内ウイルスを農業環境に拡散させ、動植物への病害を誘発する可能性がある。また家畜ふん尿の多量還元は、自然の浄化能を越えた過剰な負荷を土壤に与える。その結果、土壤還元周辺の農業用水から病原微生物が流出し、河川および地下水を汚染してヒトの生活環境を脅かすことにもなる。

本研究は、家畜ふん尿の土壤還元にとともなう微生物汚染の実態を大腸菌群、ふん便性連鎖球菌、嫌気性菌などの指標微生物並びに大腸菌群にかわる汚染の化学指標として哺乳動物の糞便中に見出されるコプロスタノール (5β -cholestan- 3β -ol) を用いて評価し、周辺河川の水質とも比較して農業環境全体への影響を把握するための基礎資料を得ようとしたものである。

2. 方 法

試験圃場は、帯広畜産大学附属農場並びに鹿追町A、BおよびC農家の平担草地、清水町御影D農家の傾斜草地に設けた。大学圃場試験に用いた家畜ふん尿（希釈牛ふん尿）は、スラリータンク内で曝気処理を受けたものである。10a 当り14.4t (N含量0.12~0.13%) 土壤還元した。農家圃場においては大学圃場に準じた濃度の家畜ふん尿スラリーを用いた。試験土壤は、各圃場とも10a 当り5ヶ所の割合で極表層と下層土（深さ20cm）に分け、30×30cm内から約100g を均等に採取して分析に供した。

微生物学的検定の希釈懸濁液は、試験土壤に生理食塩水を加え、CO₂下で30分間振盪して調製した。土壤、河川および河川底泥中の微生物叢は選択培地を用いて検索した。

コプロスタノールは、河川底泥からクロロホルム-メタノール（2：1）で抽出した。アルカリ分解後、ケイ酸カラムクロマトグラフィーで分離し、ガスクロマトグラフィー-質量分析計で同定・定量した。

河川水の水質は、工場排水試験法に準じて測定した。試験項目は溶存酸素（DO）、生物化学的酸素要求量（BOD）、アンモニア態窒素（NH₃-N）、硝酸態窒素（NO₃-N）である。

3. 結 果

(1) 家畜ふん尿を土壤還元した土壤の微生物叢の変動

1) 大腸菌群 図1は鹿追圃場における大腸菌群の消長を示したものである。試験区では、いずれの圃場においても土壤還元後、極表層の大腸菌群数は $10^4 \sim 10^5/g$ に増加し、1週間位で最高に達した後、除々に減少した。しかし3ヶ月後でも $10^4/g$ の細菌数を示し、土壤還元前の細菌数には復帰しなかった。下層土の細菌数も、極表層と同様の消長を示し、地下渗透していた。大学圃場および御影圃場においても同様の消長を極表層および下層土に観察した。

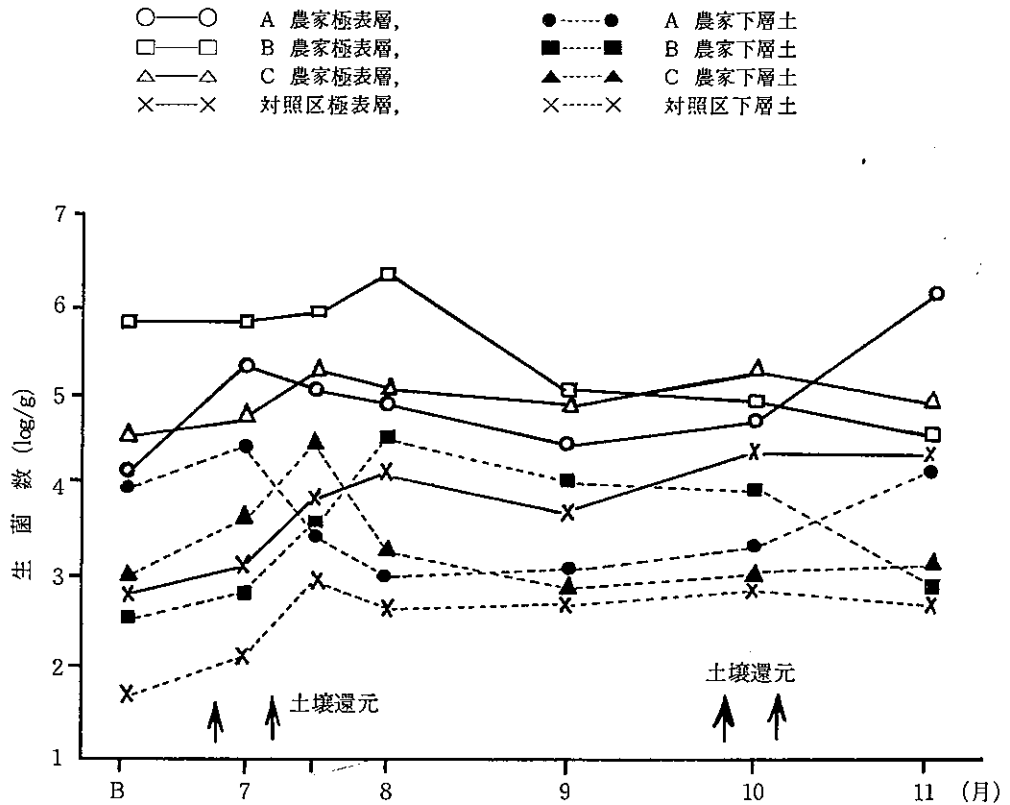


図1 鹿追町農家圃場における家畜ふん尿土壤還元後の大腸菌群の消長

2) ふん便性連鎖球菌 図2は鹿追町農家圃場におけるふん便性連鎖球菌の消長を示したものである。いずれの農家圃場においても土壌還元後の消長パターンは大腸菌群とほとんど同様の傾向を示した。この成績は、大学圃場および御影圃場の場合も極めて類似していた。このことは、ふん便性連鎖球菌も大腸菌群と同様に土壌汚染の指標微生物となり得ることを示唆する。

3) 嫌気性菌 大学圃場および御影圃場とその周辺河川底泥中における嫌気性菌は、極表層、下層土とも土壌還元後、*Pepotostreptococcus*属 (EG培地), *Bifidobacterium*属 (BL培地), *Lactobacillus*属 (LBS培地), *Veillonella*属および*Megasphaera*科 (VS培地), *Bacteroidaceae*科 (NBGT培地), *Clostridium*属 (NN培地) を検出したが、少なくとも3週間以内にはほとんどの嫌気性菌は消失し、嫌気性菌による長期的な汚染は認められなかった。

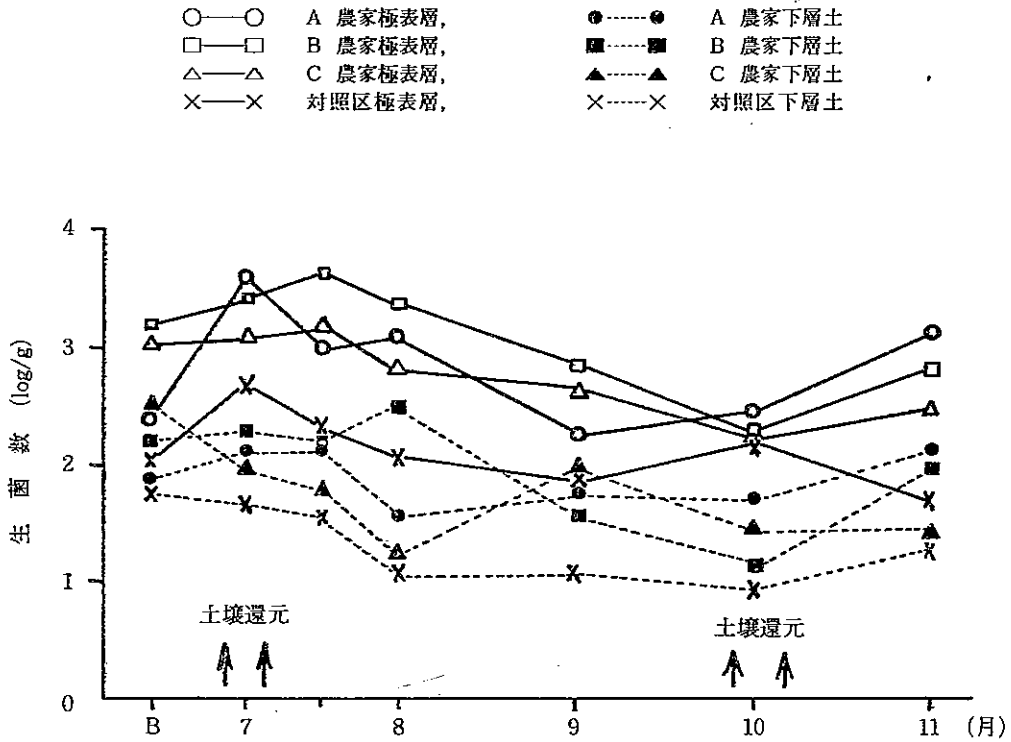


図2 鹿追町農家圃場における家畜ふん尿土壌還元後のふん便性連鎖球菌の消長

(2) 土壤還元周辺河川および底泥中の微生物叢の消長

1) 周辺河川水中の大腸菌群の消長 図3は鹿追A農家圃場周辺の明渠・暗渠排水の流入する河川における大腸菌群の消長を示したものである。対照区河川は調査期間中ほとんど大腸菌群の消長を見なかったが、試験区周辺河川の採水地点ではいずれも7月および10月の土壤還元後、大腸菌群は $10^4/\text{ml}$ に増加していた。ことは、家畜ふん尿中の大腸菌群が土壤還元後、土壤に滲透し、暗渠を通して河川へ流出していることを示唆する。御影圃場でも河川水中の大腸菌群の流出パターンはほぼ同じであった。しかし流出速度は、傾斜草地である御影圃場において速かった。

2) 周辺河川底泥中の大腸菌群の消長 鹿追A農家圃場周辺河川底泥について、河川水と同様に大腸菌群の消長を調べた。大腸菌群は土壤還元後、 $10^5\sim 10^6/\text{g}$ と著増し、2ヶ月を経て $10^4/\text{g}$ 程度に減少した。この消長パターンは、還元土壤および周辺河川水のそれとよく対応していた。このことは、家畜ふん尿の河川流出に対する推定を強く支持する。

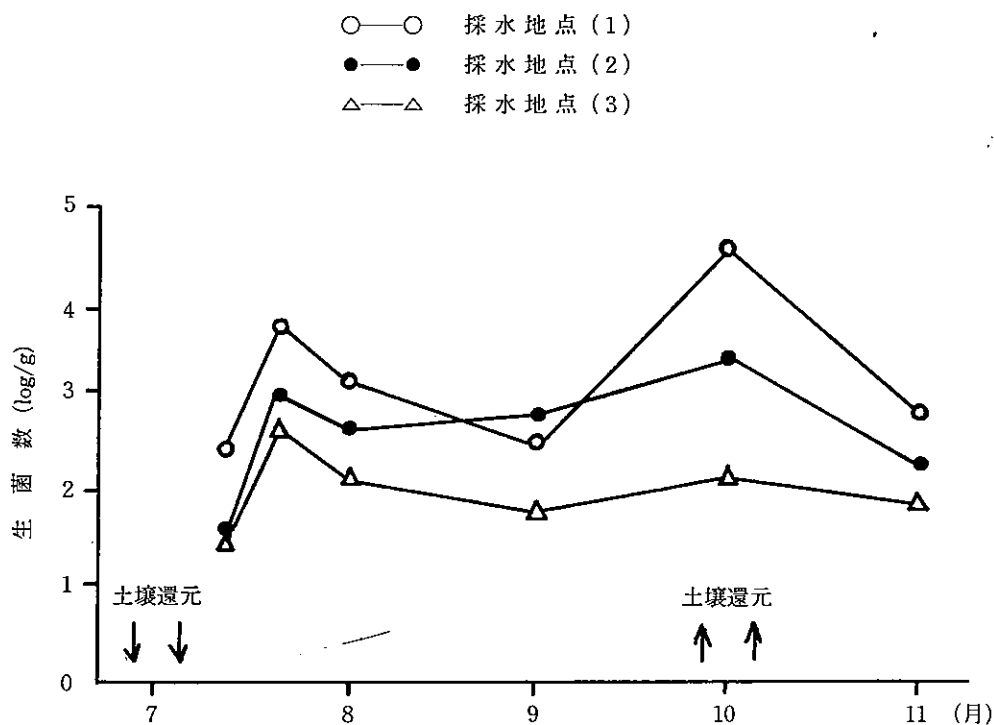


図3 鹿追町A農家圃場周辺河川水中における大腸菌群の消長

(3) 土壤還元周辺河川底泥中のコプロスタノールの分布

図4は鹿追A農家圃場周辺河川底泥中のコプロスタノールの分布を示したものである。いずれの採泥地点とも土壤還元後、増加した。そのパターンは、河川水および底泥中の大腸菌群のそれとよく対応していた。このことは、コプロスタノールが家畜ふん尿による環境汚染の評価においても指標となり得ることを示唆する。

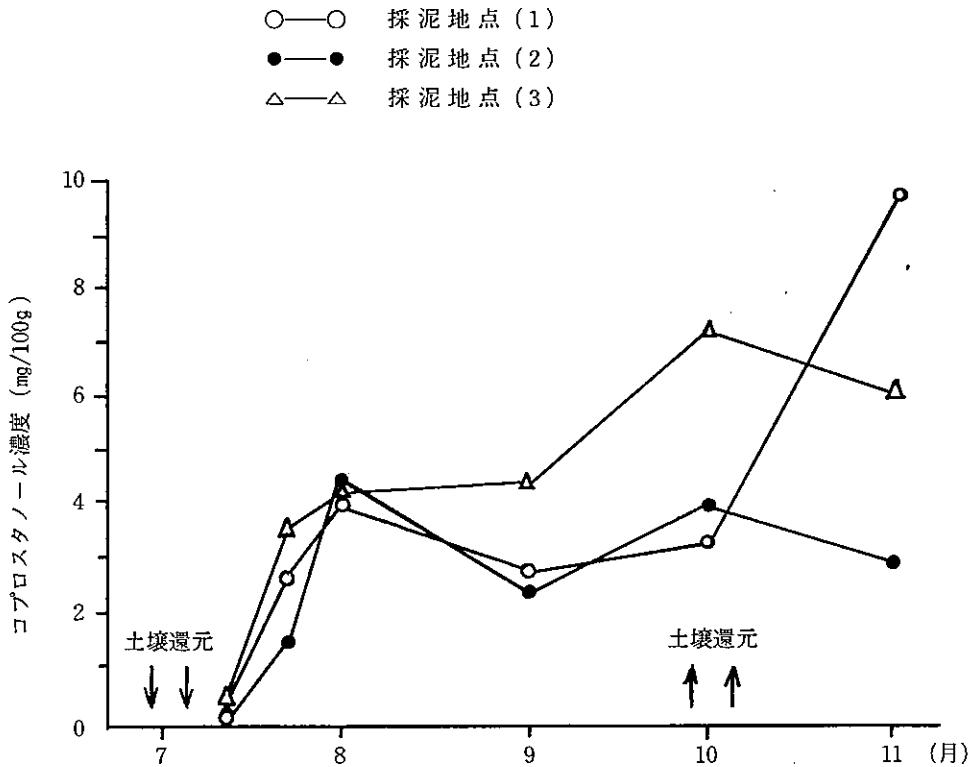


図4 鹿追町A農家圃場周辺河川底泥中におけるコプロスタノールの分布

(4) 理化学試験による土壤還元周辺河川水の水質

図5は鹿追A農家圃場周辺河川水の水質を示したものである。pHは6.7~7.3の範囲内で推移し、ほとんど家畜ふん尿の影響を受けていなかった。DOはいずれの採水地点とも9 ppm以上で、農業用水としての利用規準を満たしていた。BODは土壤還元後、2 ppmまで増加した。この消長パターンは大腸菌群のそれと極めてよく対応していた。NH₃-NおよびNO₃-NについてもBODとほぼ同様のパターンを示した。これらの成績は御影圃場においても同様であった。このことは、家畜ふん尿が明渠・暗渠の排水設備を通して周辺河川に流出していることを示唆する。

○—○ 採水地点(1), ●—● 採水地点(2), △—△ 採水地点(3)

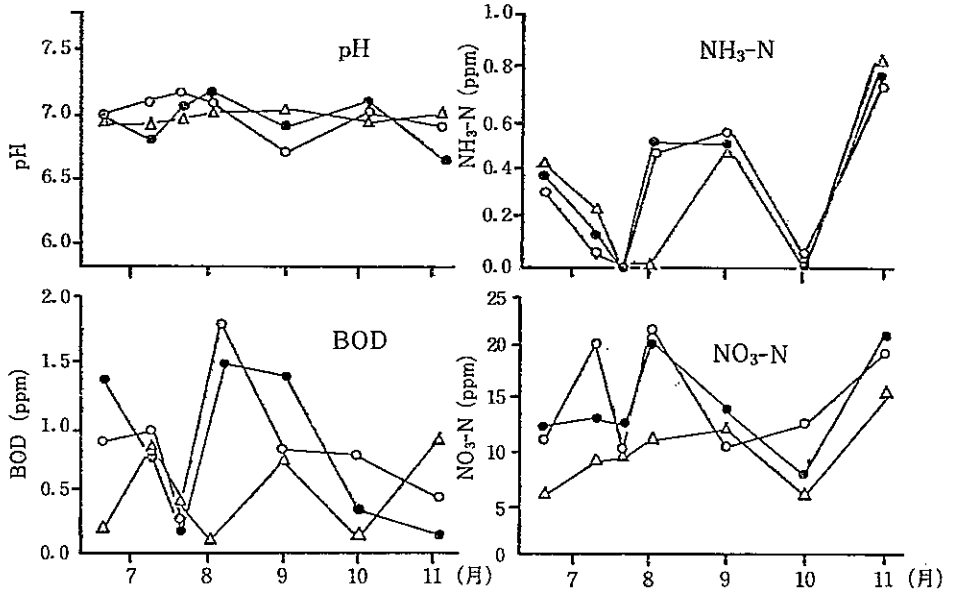


図5 鹿追町A農家圃場周辺河川水の水質

4. 考 察

家畜ふん尿を土壤還元した場合、大学圃場、鹿追圃場、御影圃場とも大腸菌群およびふん便性連鎖球菌はほとんど同様の消長パターンを示し、菌数は急激に増加した。これにともなって周辺河川並びに底泥中の大腸菌群、および大腸菌群にかわる化学指標のコプロスタノールも増加し、河川水質の汚濁も進んでいた。これらの成績は、家畜ふん尿を土壤還元した場合の一般的なパターンと考えられる。嫌気性菌による長期的な汚染は認められなかったが、一般に大腸菌群の増加は、大腸菌以外のサルモネラ菌、腸内ビブリオ菌などの腸内病原微生物および腸内ウイルスで汚染されていることを示す。従って、家畜ふん尿の土壤還元により、農業環境は病原微生物で想像以上に汚染されているものと推察される。とくに、暗渠・明渠を施した圃場では、病原微生物は地下浸透し、排水設備を通して流出して、広くヒトの生活環境を脅かすことも予測される。今後、家畜ふん尿の連続的な多量還元には、大腸菌群等の動態を厳しく監視する必要がある。