

2 海外情報

台湾の畜産環境について

前 中華民国農業委員会畜産試験所
研究員兼畜牧経営系主任 洪 嘉謨

1. はじめに

台湾の農業統計年報(1999)によると、1999年、台湾の畜産業生産総額は農業生産総額の33.24%を占めている。そのうち、これまでの養豚生産総額は畜産業の60%を上廻っていたが、1997年3月、豚の口蹄疫病発生のため、1999年は47.26%にまで減少した。しかしその生産額はNT\$614億で、依然として、農業生産の各項目中のトップを占めている。その次はにわとりで36.97%、牛が6.29%、あひるが4.06%、山羊が2.02%、がちょうが1.47%、しちめんちょうが0.33%の順序である。また、1999年における各家畜・禽別の飼育数、飼育戸数と平均飼育数は表1のとおりである。豚の飼育数は約724万頭で1戸当りは452頭、家禽もかなり多く、乳牛も1戸当り平均162頭であり、これらは環境保全問題に深刻な影響を与えている。

台湾は亜熱帯地域に属し、夏は気温が高く、期間も長い。家畜・禽の飼育方式から見ると、豚の飼育は舎飼で、大部分が平床式である。養豚家の日常の除ふん方式は、一般に高圧ポンプを使用し、ホースで豚舎を洗浄するとともに、夏には豚も水洗する。そのために膨大な稀薄汚水が生ずる。この膨大なふん尿水を放流水基準までにおとすには、その処理方式が極めて複雑で、養豚家には難しいことである。にわたりの飼育は、産卵鶏はケージ・ハウスで、その排せつ物は簡単に回収して堆肥化が出来る。一方、ブロイラーはコンクリート床に糞殻を敷き、出荷時には糞殻とマニユアの混合物を回収して堆肥化する。牛と山羊は大部分が開放式畜舎と放飼場の飼育方式で、牧場内にはほとんどが牧草地を持っているので、そのふんは堆肥化、尿水は嫌気性処理後牧草地に液肥として散布している。大規模の乳牛場では汚水処理施設を設置している。また、あひるとがちょうについては、一般的にフィードロット飼育や小川、池等に放飼している。近年ケージ飼育も普及し、にわたりの様にマニユアを簡便に回収し、堆肥化も行われている。

排せつ物以外の廃棄物としては、1999年、豚死体が約2.2万トン、母豚の後産が0.95万トン、家禽の死体が0.66万トンと、と場の固形廃棄物1.96万トンがあると推測され、これらの廃棄物も適当に処理しなければならない。(洪と程、1999)。

表1 1999年台湾における家畜・禽飼育数、戸数

家畜・禽別		飼育数 (頭・千羽)	飼育戸数 (戸)	平均 (頭・千羽)
牛	乳牛	135,984	838	162.3
	肉牛	20,075	6,338	3.2
	水牛	9,189	3,070	3.0
豚		7,243,194	16,016	452.3
	肉羊	237,295	-	-

山羊	乳羊	125,840	-	-
家禽	産卵鶏(種用)	623	6	103.8
	産卵鶏	35,243	1,275	27.6
	ブロイラー(白色)	31,092	975	31.9
	ブロイラー(有色)	49,547	2,150	23.1
	ブロイラー(種用)	5,008	52	96.3
	あひる(産卵用)	2,893	-	-
	あひる(肉用)	8,317	-	-
	あひる(肉種用)	439	-	-
	がちょう	3,006	-	-
	しちめんちょう	262	-	-

2. 畜産環境保全対策と実施概要

(1) 畜産業放流水基準の変遷と処理対策

一般家畜・禽の排せつ物処理方式は、大むね固形物と汚水処理に大別されている。固形物は堆肥化を行い、汚水処理は畜産業放流水基準によって、方式も違って来る。台湾では、1987年、環境庁が初めて畜産業放流水基準を公示し、さらに1991年から1998年に数度にわたって厳しい基準を公示した。その基準と処理方式は表2のとおりである。

表2 畜産業放流水基準の変遷と処理方式

実施期間		放流水基準(mg/l)			処理方式
		BOD	COD(Cr)	SS	
1987～1992年	小規模*	400	-	400	固液分離→嫌気性消化法→放流
	大規模**	200	-	300	
1993～1997年	非反芻動物	100	400	200	固液分離→嫌気性消化法→活性汚泥法→放流
	反芻動物	100	600	200	
1998年以降	非反芻動物	80	250	150	固液分離→嫌気性消化法→活性汚泥法→水生植物浄化法→放流 或は処理水の循環利用
	反芻動物	80	400	150	

* 飼育数：豚200～999頭、牛と馬 50頭以上、山羊 100頭以上、うさぎ 400匹以上、肉用鶏と肉用あひる1万羽以上、産卵鶏と産卵あひる 5千羽以上を指す。
** 豚飼育数 1万頭以上。

表2のとおり1992年末まで家畜ふん尿水を固液分離機で分離した後の分離液は、水力滞留時間(Hydraulic retention time; HRTと略称)12～15日の嫌気性消化処理(横式嫌気性消化処理槽)で、その処理水は放流水基準に達することができた。しかし、1993～1997年の間に放流水基準は大幅に厳しくなり、さらにCOD(Cr)の制限が加わったが、その後、畜産業者の強力な反対で、CODは検測しなかった。放流水基準に達するための手法としては固液分離と嫌気性消化処理のほか、好気性処理法(以下三段階式処理法と略称)、特に活性汚泥法や酸化池法で再処理することである。また1998年から、畜産業放流水基準は、BOD80mg/L、COD(Cr)250mg/LとSS150mg/Lに制限された。三段階式処理方式は、大抵この放流水基準に達することができる。この方式は、生物処理法を主とした処理方式で、環境の変化によって処理効果も短期間で影響が生ずる。そのため三段階処理方式は年間を通し放流水基準に達することは難しいほか、環境庁の罰金処置を受けることもあるので、さらに処理ステップを増加しなければ、現在の放流水基準、特にCOD

250mg/Lの基準に達するのは無理である。そこで、畜産試験所(以下畜試所と略称)は、三段階処理方式に改良を加え、その嫌気性消化処理のHRTを元の10日から4日までに短縮したほか、活性汚泥法の曝気槽中のMLSSを2,000~2,500mg/Lから3,000~3,500mg/Lに保持した。その他、活性汚泥法から排出された処理水は、元の残りのHRT6日の嫌気性消化槽を、上方のRMP(Red mud plastic)シートを取り除き、それを水生植物の栽培池にした。実験の結果から、その処理水は1998年以降の畜産業放流水基準に達することができた(洪ら、1996)。その外、三段階式処理水を直接畜舎の洗浄用水として、再利用する実験をも続け、実際に応用できる段階に達した(洪ら、1995; 沈ら、1998)。

上記の畜産業放流水基準の変遷とその処理方式の対策を見ると、現在の処理方式は複雑、且つ非常に難しく、また将来の環境法令の制定傾向から見ると、畜産業放流水基準はだんだん厳しくなることは当然のことであるので、処理水を再利用することとか、完全に無排水畜舎の建設等は考慮すべきであろう。

(2) 水質汚濁の発生概況

農政機構と台湾区雜糧發展基金会は、早くから畜産業の汚染防止の細かな普及計画を遂行し始めたが、全面的な汚染防止普及に取り掛かったのは、1990年の農政機構の提出した「台湾地区養豚農家の汚染防止計画」である。その概要は、畜試所とその附属分場に普及センターを設立し、農政機構所属の畜産関係者は、全台湾地区の養豚農家にふん尿処理施設の設置を勧誘、指導したりしている。その他、資金の補助や融資、環境緑化や美化の技術を提供、講習会の開催、示範場の設立等一連の行政措置を取った。1990年から1996年6月末には、全台湾で200頭以上の規模の養豚農家は、95%近く汚染防止施設を設置した。なお、当時の放流水基準に達しているのは92%である。

一方、環境庁の統計報告によると、1992~2000年の間に、台湾における水質汚濁に起因する(罰金件数/調査件数)畜産業水質汚濁の発生率は、1992年の17.3%が最高を示し、その後1993~2000年の間には4.5%~8.3%で、その他の産業は15.2%~29.7%の水質汚濁発生率であった。統計水質汚濁発生率の13.4%~25.8%と比較すると、近年、台湾での畜産業水質汚濁発生率ははるかに低く、問題の改善が見られた。

(3) 堆肥化処理の実施概要

1987年、雲林県崙背牛乳生産組合で、初めて大規模に酪農会員の飼育した牛ふんを集め、堆肥にして販売を開始した。当時その堆肥製造の機械設備は日本のメーカーから入れたもので、その後、台湾は日本の専門家達を招き、家畜・禽ふん堆肥化の講義、農家への現地指導を実施した結果、台湾の家畜・禽ふん堆肥化技術の促進に大いに役立った。その現地指導と農政機構の補助、補導政策により、1997年までに、台湾では3,917箇所 of 簡単な堆肥舎と186箇所 of 機械施設を有する堆肥舎が設置された。そのほか、1995~1998年にかけて、23箇所 of 大規模な集中処理堆肥場が設置され、年間10万トンの家畜・禽ふん堆肥が生産されている。さらに1998年末まで、政府から肥料販売の登録が許可された堆肥場は30箇所に達している。

なお、有機質肥料の利用を奨励するため、政府は小面積の農耕地に対し、1ha当りにNT \$ 6,000、大面積の場合は、長期作物NT \$ 8,000、短期作物NT \$ 4,000を農家に補助をしている。1986から1999年間にわたって、政府は小面積耕地225.6haと大面積55,621haに対し、合計NT \$ 4億7千万の補助金を支払った。

(4) メタンガスの利用

台湾では家畜のふん尿、特に豚ふん尿水は嫌気性消化法で処理しているので、処理過程で大量のメタンガスが産生する。台湾の環境状況では、体重100kg当りの成豚の1日排せつ量のふん尿を嫌気性消化処理法で処理すると、夏は約0.35m³、冬は0.15m³のメタンガスが産生すると推算されている。1972年、畜試所は嫌気性消化槽の考案と建造にかかり、初めて豚ふん尿の処理とメタンガス利用に関する研究に着手し、メタンガスの多種利用と純化の研究、および器具を開発し、農家に普及した。そのほか、1990年、工業技術研究院エネルギー研究所はメタンガス専用の発電機を開発し普及した。メタンガスの用途は多いが、利用する上でメタンガスは、パイプで輸送することや市販のメタンガス用具が少ないため一般での利用は少ない。このことから現在台湾の養豚農家はメタンガスを発電の燃料として、飼料の加工、混合、汚水処理場の補助電源、子豚の保温灯、焼却炉、ガス炉等の電源や燃料に常用している。調査によると、1990~1995年の間に、台湾で子豚の保温灯を1,456戸、メタンガス発電設備(発電容量14,340kw)を717戸、汚水処理場

の曝気装置を208戸、焼却炉を4,979戸の農家に普及した(洪と程、1999)。

(5) 離農(畜産業)戦略

1997年3月、台湾で豚口蹄疫病が発生する前には、毎年約US \$ 10億の日本ポーク・マーケットがあったが、豚口蹄疫病発生のため、日本へのエクス・ポートはできなくなった。一方、台湾は豚口蹄疫病で約480万頭の豚を撲殺したが、1997年7月の養豚調査によると、養豚農家戸数は21,891戸、飼育数も853万頭で、台湾国内のポークの需要量より、はるかに多く、肉豚100kgの生体価格はNT \$ 3,000以下にまで下落した。その外、台湾は1998年2月のWTO加入前、アメリカとの交渉で、畜産物の一部を台湾へ輸入することを認可した結果、台湾の畜産業は恐慌が起き、政府に対して大規模の反対行動が発生した。そのため、農政対策機構は「養豚産業白書」と「肉用鶏産業白書」の戦略を提出した。その戦略の内容の一部は、経営効率の低い、いわゆる競争にならない養豚と肉用鶏農家の離農政策である。例えば、養豚経営は一般的に飼育規模が1,000~5,000頭の間がもっとも有利な規模であるが、1997年11月の台湾地区養豚調査によると、飼育数200頭以下の養豚農家戸数と飼育数は13,016戸(63.6%)と709,227頭(8.9%)であった。また、豚飼育数200頭以下の養豚家は、そのふん尿の総排泄量が少ないため、台湾では強制的に汚染防止施設を設置する必要や環境庁の畜産業放流水基準の約束もなく、環境汚染問題を引き起こす要因となっている。

離農の申請は各地方政府の審査により、養豚業者5,070戸と肉用鶏業者684戸が政府の規定により離農の適用を受けた。1999年6月までに、豚舎と鶏舎を取り払って、政府は総計NT \$ 95億8千余万の補償金を支払った。なお、離農養豚農家5,070戸のうち、飼育規模500頭以下の農家は3,705戸、離農養豚農家戸数の70%以上を占め、飼育規模1,000頭以下の個数は4,507戸、総離農養豚農家戸数の90%近くであった。また、肉用鶏の部分では、飼育規模1万羽以下の戸数は360戸、離農肉用鶏業者戸数の50%以上を占め、飼育規模2万羽以下の業者戸数の90%以上を占めていた。

上記の離農戦略から、離農の養豚と肉用鶏農家は、大部分が小規模の伝統的な零細、或は兼業経営者で、その効果は顕著に現れ、台湾の国内の豚飼育頭数は1,450万頭から1,000万頭に減少した。国内の肉豚生産と需要量もようやくバランスがとれ、2000年から、台湾国内の肉豚生体価格は長期間100kg当り、NT \$ 4,500以上に維持されている。なおこの2年、台湾の肉豚生産総額は1997年よりNT \$ 80~100億増加し、同時に汚染防止施設費用の設置の投資は約NT \$ 9.6億も節約されたと推算されている。その外、肉用鶏部分では、国内の肉用鶏1kg当り、NT \$ 25以上に維持され、年生産総額約NT \$ 4億が増加した。

(6) 斃死獣の嫌気性消化処理槽の開発

台湾における斃死獣、母豚の後産やと場の廃棄物の処理方法は、従来から埋立と焼却で処理されていた。ただ埋立処理は広い土地が必要なうえ地下水の汚染の恐れがあり、大規模の牧場には不適である。他方、焼却処理の施設と運搬コストが高くつく上に、空気の二次汚染問題を起こす恐れもある。近年、台湾ではレンダーリング(Rendering)工場が設置され、斃死獣の処理に大変役立つが、斃死獣の牧場内からレンダーリング工場への輸送の途上、若干の問題を引起している。

畜試所は1995年、斃死獣の嫌気性消化処理槽を開発し、1997年からは、養豚農家とと場の廃棄固形物処理場に普及し始めた。この処理法の特長は、焼却炉の燃料費用が掛からないこと、メタンガスを産生する外、台湾の養豚農家の大部分はすでに嫌気性消化槽を有しており、それと斃死獣嫌気性消化槽と連結させることで、養豚場内での斃死豚や、母豚の後産などは簡単に場内で処理することができる。しかし、その処理槽の普及戸数はまだ少ないので、もっと宣伝と普及を強化する必要がある。

3. 問題点と対策

(1) 環境法令の検討と修正

台湾の畜産環境保全をよくするには、単なる処理技術のみが頼りでなく、政府側の着実な環境保全法令と補導政策が必要である。また畜産業者の全面的な取組みと相俟ってこそ、環境保全に相応した畜産業の永続経営の目的が果たせる。著者は「台湾における養豚排せつ物処理技術」(洪、2000)の一書に、改善すべき環境保全法令と補導策略を既にくわしく述べた。特に台湾の環境保全法令の制定は、殆んど畜産界と民衆の参加の機会もなく、公聴会も開催せず、また関係

官庁間の打合せも形式だけで、環境庁が独断的に法令を決めている。そのため、制定された法令は非常に実情と符号しない点が沢山ある。これら環境保全法令の不適切な定めは、立法過程中的手順の無視の産物によるもので、政府は畜産家ごとの要求は不合理であり、環境庁自身による畜産業環境法令の再検討を行い、修正の際にも法令制定の制度化をたて、広く産・官・学の代表を招いて、共同に参加させ、また、公聴会を開催し、以って合理的で実行し得る環境保全の法律を提出することである。

(2) 三段階処理施設の改善と正常操作の強化

上記で既に述べた1996年6月末までの豚飼育数200頭以上の養豚家のふん尿処理施設の設置率は95%近くに達し、その中、当時の放流水基準の合格率92%に達しているが、残念ながら、現状の台湾の養豚農家の三段階処理施設は、固液分離後の固形物処理のエキストラダー、活性汚泥処理系統の流量測定槽、汚泥濃縮槽、汚泥砂ろ過槽や汚泥脱水装置などが欠け、また沈澱槽の底部は60度のホッパー型、スクラム止板も設置しないのが共通の短所である。したがって、三段階処理システムを長期にわたって、スムーズに正しく操作管理するのは難しい。その他、正しい操作管理と日常管理の点検事項は確実にを行う必要があり、特に活性汚泥法処理系統の曝気槽内のSV30の沈澱率観察は毎日行うほか、全処理場の日常の点検も必要である。しかし、大部分の養豚家は処理場の操作管理技術の未熟や無関心のため、その放流水は基準に達することは難しい。上述の現状を踏まえ、当面の農家の指導重点はまず三段階処理施設の改善と正しい操作管理技術の指導、その後初めて処理水を豚舎の洗浄用水としての循環利用によって、環境保全の目的に達することができる。

(3) メタンガス利用の強化

三段階家畜ふん尿処理方式は嫌気性消化処理法を主とした生物処理方式で、処理中、大量のメタンガスを産生する。しかし、現段階では、政府の補助を使わずに、自分でお金をかけてメタンガスを利用する農家は少ない。その最大の原因は、メタンガスの利用からお金を節約出来る金額は少ないためである。時にはかえって損失することもあるほか、農家の労力の不足、メタンガス専用の用具と専門の修理所もなく、メタンガス用具の故障率も高かったり、かつ一旦故障した時の修理期間も長いので、メタンガス利用を中止した農家は多い。そのため、せっかく産生されたメタンガスを排棄する。メタンガスのような有用なエネルギーを、大気中に排棄すると、メタンは温室温暖化の要因となる。このため政府は対策上、エネルギー使用の宣伝強化と、最も経済的、かつ実用的なメタンガス使用技術と、メタンガス使用用具の研究に取り組んでいる。その他、用具の修理技術者の訓練、とくにメタンガス発電機修理場の普及ネットの設置、技術のサービスはフリーで、ただ材料費を取ることで、メタンガス使用用具の補助等の措置は必要である。それで初めてメタンガス使用の普及が可能である。

(4) 豚舎の新設はマニュアル床豚舎

上記既に畜産業放流水基準の変遷とその処理方式の対策について述べたが、事実上、畜舎を建設する前に家畜ふん尿の処理問題も同時に考慮すれば、処理方式も簡単にできる。しかし、1970年代以前に、台湾ではまだ畜産環境汚染問題はなく、畜産農家も環境保全の観念が薄く、ふん尿処理の問題を完全に考慮していない。それで、放流水基準に達するふん尿処理方式は複雑、且つ非常に操作が難しい。また、将来の環境法令の制度傾向から、環境保全法令はだんだん厳しくなることは当然であろう。例えば、放流水中の窒素とリン含量の制限、また最近大騒ぎになっている農田水利会の水利灌漑溝に導入する畜産業放流水中のEC(Electrical conductivity)の制限問題は、三段階或は四段階や、もっと処理ステップを増加しても、その放流水基準に達するか、将来経済面、畜産農家が負担できるかはわからない。幸い、畜試所は日常豚舎の洗浄は必要がなく、放流水基準の制限とは関係のないマニュアル床豚舎を開発し、その豚舎の建設費も安く、古い豚舎の改造も簡単であり、また飼育規模の制限もない。完璧な無排水のマニュアル床豚舎の新しい養豚方法を開発した(洪ら、2000)。これは養豚農家の豚舎の新築や改築の参考になっている。

4. おわりに

顧みると、過去長い期間、台湾の畜産業の経営規模は非常に小さく、1980年代以前は畜産環境

汚染問題を引き起こすことがないばかりか、家畜・禽排せつ物は農家の貴重な有機質肥料として使われた。しかし、1980～1985年に、養豚場の規模が次第に拡大して大規模養豚場となり、ふん尿は環境汚染の問題を引き起こし、つづいて、1985～1990年には台湾地区の養豚汚染問題の最も悪化した時期であった。幸い農政機構はそのふん尿処理の研究を早めに着手し、また適時の補導策略によって、1990～1995年には、大部分の養豚農家はふん尿処理施設を設置し、養豚業者は初めて環境保全に気をくばりながら正常に経営が継続されるようになった。ただし、環境保全法規の変遷によって、その処理方式はだんだんと複雑になり、台湾の養豚農家は豚舎を改造してふん尿処理が簡単にできるか、或は豚舎を改造しないでふん尿処理を今の複雑な方式で行うかを決める分流になった。しかし、環境基準は今後だんだん厳しくなるのが常識で、豚舎を改造して、豚ふん尿処理が簡単にできるようにすることの方が有利であろう。

上記は最近20年来台湾における畜産業、特に養豚業と環境保全に関する歴史的経過を踏まえ、その実態の摘要を解説した。台湾は亜熱帯地域に属し、日本との立地条件等に差異があるが、台湾の経験は環境条件に似た、近隣の東南アジア諸国の将来の畜産発展と環境保全の参考になるものと思われる。

注) 洪嘉謨氏 原文

【引用文献】

1. 農業統計年報。1999. 行政院農業委員会発行
2. 洪嘉謨、程梅萍。1999. 廃棄物エネルギー利用技術 農業廃棄物エネルギー開発規画。第2局畜牧廃棄資源再生利用推薦研究成果研討会。台湾省畜牧廃棄資源再生利用協会主辦。
3. 洪嘉謨、林晋卿、沈韶儀、張武莉。1996. 三段式猪糞尿処理系統之改良研究(1)、畜産研究 29(4):297～306.
4. 洪嘉謨、鄭少烽、林晋卿、沈韶儀、張武莉。1995. 養猪場処理水循環利用対廃水処理効率の影響、畜産研究 28(4):303?317.
5. 沈韶儀、廖明輝、程梅萍、洪嘉謨。1998. 畜牧場循環用水と安全性評価、中国畜牧学会誌 27(増刊):213.
6. 洪嘉謨。2000. 台湾における養豚排せつ物処理技術、財団法人 畜産環境整備機構 p.141～149.
7. Hong, Chua-Mo, Ching-Chaung Su, Nao-Sheng Lee, and Shao-Yi Sheen 2000. Achievements in manure bedded pig houses in Taiwan. Proceeding of the 2000. international forum on livestock pollution control. p. 76?91. Oct. 20～27, 2000. Taioar, Taiwan.