

< 基調講演 >

BSE (狂牛病) 対策のその後

Topics of the Incineration Engineering and the B.S.E. Disease

小森友明

金沢大学名誉教授

Tomoaki Komori

Prof. Emeritus, Kanagawa Univ.

プロローグ

Bovine Spongiform Encephalopathy: 略称「B. S. E.」は、広義の意味で「食糧問題」と環境問題を提起したとして差し支えなからう。

前者の問題は日常の食生活に直結することもあって、いわゆる“巷間を駆ける”がごとき形で各種報道などが見られた一方で、後者のそれは非常に地味で、むしろ“その後の問題”か、あるいは前者とは全く次元の異なる位置づけで、ほとんど表面化していない。「B. S. E.」問題の裏側でもある“環境問題”は「B. S. E.」発生の直後から現在、そして現時点にあっては無期限に近い将来に続くであろうことに気付くとき、「病畜」「危険4部位」、肉骨粉の焼却処分に要約される「B. S. E.」環境問題は環境科学技術上での一つの試練……との感も歪められない。以下はその内側において体験した実情のいくつかを述べることにする。

1 焼却できるか？

「B. S. E.」問題が浮上した直後の2001年10月上旬、従来は“飼料”や“肥料”(施肥対象は果樹が多い)として循環ルーチンに組み込まれていた“肉骨粉”と“B. S. E. 症”に直結するといわれる“危険4部位”(眼球、脳、脊髄、回腸)を「焼却処分」という方針が確定し、その対応に迫られる事態に各地方自治体が直面した。

周知のごとく、これらの焼却の対象は食肉生産工程(屠殺、製肉工程)で出る廃棄物(不可食部、法的な区分では“動植物残渣”である)であるが、肉骨粉(=Meat & Bone Meal: M. B. M)は Tab.1 のような乾燥加工製品

(粉粒から塊状までいくつかの形状がある“化成品”)、他方の危険4部位は水分約80%の“生物:なまもの”で、両者の物理化学的性状の極端な違いは、各市町村の都市ごみ焼却プラントと食肉生産センター併設の焼却施設に委ねることを前提としているとはいえ、根本的に、かつ必然的に異なった焼却方式を採らねばならないことを示唆する。

一方、これらの性状とは別に、毎日生産される大量の“骨肉粉”(牛1頭当たり、生体重の約10-15%程度)と危険4部位(眼球、脳込みの頭骨、脊髄、回腸で1頭当たり約13-16kg)を焼却する能力を持つ施設があるか……の問題である。

先の「O-157」発生対応に伴って、平成8年12月、屠畜場施行規則の改正(平成年厚生省令第73号)を受け、ここ数年来、新しい食肉生産施設の建設が進められているが、それらの施設には必ずしも今回の「B. S. E.」対応型焼却施設は併設されていないし、既設稼働中の施設にあっては、すべての施設に焼却設備が完備、あるいは併設されているとは限らない。

このような実態も、これらの廃棄物の“丸投げ”か“横投げ”同然の市町村焼却委託となった背景をうかがわせるが、あくまで論理的な予想であるとしても次のような推測も可能である。

例えば、肉骨粉に限って考えれば、Tab.1の組織は飼料として家畜などに給餌するとき、非常に効率が高いことを示す。また、“廃棄物リサイクル”と“低コスト”の付加的要素もあると、今回の異常事態は希有のことで、それに備える態勢は全く不要であったとして差し支えなからう。

さて、肉骨粉の焼却では、全国的に金沢市が最も早く

Tab.1 肉骨粉の成分比

肉骨粉 (ミートボーンミール, MBM, Meat and Bone Meal)		
水分	5.7%	(1.7)
粗蛋白	50.4%	(3.3)
粗脂肪	10.6%	(2.0)
可溶無窒素物	1.0%	(1.3)
粗繊維	1.6%	(1.0)
粗灰分	30.7%	(4.4)

注：() 内は標準偏差

慎重な対応と実施に踏み切った自治体の一つであろうが、その焼却には次のような問題点が浮上した。

- 1) 炉内での肉骨粉の不均一不等温飛散
- 2) 浮遊脂肪滲出潤りの炉内壁、ボイラー水管壁面付着、バグ・フィルタ炉布面潤着による通気閉塞
- 3) 炉下落塵風箱鋼板面での潤脂骨粉堆積による引火(特にストーカ炉の場合)

その他、排ガス中の NO_x 濃度増と変動が挙げられたが、いくつかの試行錯誤の結果に到達した一つの結論は

- 1) 流動床方式は不適。粉粒状のものについては、ストーカ炉も適切ではないが、かなりの対処は可能。なお、塊状の物は、ストーカ上で十分な攪拌と燃焼時間があればほとんど問題はない。
- 2) ストーカ炉の場合、可燃性ゴミとの混焼率は約 7.5% までとするのが望ましい(可燃ゴミ：肉骨粉=100：8)。ただし、排ガス側 NO_x 値の変動に注意。
- 3) 可燃性ゴミの低位発熱量が高い場合、骨肉粉側の着火、燃焼との間に時差を生ずることがある。特に廃プラスチックとの混燃はこの傾向が強く、肉骨粉の未燃を見る恐れがある。

また、危険 4 部位の焼却では、“生焼燃渣”(主灰側)の炉外排出が危惧される。組織のほとんどが“水分”という危険 4 部位の場合、頭骨から外した眼球、脳と脊髄、回腸の対可燃性ゴミ混焼率は 0.24% までが限界であろう。この実験は都市ゴミ 2084kg/h に対して、わずか 5.0kg/h 程度の危険 4 部位しか投入できない結果に基づくが(高山市資源リサイクル・センター焼却プラント, 50ton/24h・炉×2 炉)、もし、眼球と脳をそのままとする頭骨を焼却するとなれば、都市ゴミ焼却炉での混焼は無理で、やはり専焼炉が必要となることは必至である。

現場側の判断では、“脳”の直近である“硬膜”も危険 4 部位の範疇とみなし、その取り外しを試みたが、頭骨

組織の変化したものであることから容易に硬膜の切除ができないため、眼球と脳と切除することなく頭骨そのものを焼却することに踏み切った (Fig.1, 2)。



Fig.1 硬膜切除作業



Fig.2 炉内投入頭骨(旧炉)

要約すれば、肉骨粉は“自己燃焼”に十分は低位発熱量(試算推定値, $\text{HI}=8.37\sim 9.84\text{MJ/kg}$)を持つが、脂肪分の滲融着火が燃焼律速、“水”に等しい危険 4 部位は燃料側の高燃焼と熱量支援がない限り、“適正なる焼却処分”が不可能な“難燃物質”の位置づけとなる。とくに、眼球と脳を切除しない頭骨は頭蓋そのものが保温機能を果たすため、60 頭分の焼却に少なくとも“7 時間”を要

する事実を知るとき、先の関係省庁の指示が、“燃える”事象を承知の上で発されたものか否か……“焼却すること”と“焼却できること”とは全く異次元の話で、技術軽視にも似た国側関係機関の対応と姿勢には少なからぬ疑問がある。

2 データは？

肉骨粉と危険4部位より遅れて、“全頭検査”の方針が確定していたことに伴い、新たに牛1頭を丸ごと焼却する問題が生じた。この対象となる牛は必ずしも「B. S. E」罹患牛とは限らず、感染症のほか諸々の疫病により病死した病畜一般と解釈してよいが、「B. S. E」問題との関係もあって、現在では“解体せずに病死牛発生点で焼却処分”が義務づけられている。病畜は牧場、輸送中、食肉センター等々発生地点はいくつもあるが、この場合は食肉センター搬入係留中に死亡した、いわゆる“ヘタリ牛”が主であり、Fig.3のように“1頭丸焼き”に対処しなければならない（Fig.3の例は焼却炉の性能テストの場合なので、頭部はそのままである）。



Fig.3 焼却テスト生体牛例（生体重 440kg）

この場合、焼却される病畜の寸法、体重をはじめ生体組織に至るまで、危険4部位のそれらとは全く異なるため、炉はもちろんのこと、後続補機設備の設計も根本的に変更となる。換言すれば、危険4部位専焼炉は病畜焼却を兼ねるには無理があって、プロセスに相似性があるにしても仕様性能の大幅な変更を余儀なくされる。

成牛の大きなものでは1.2tonもある超重量級の例も考えれば、炉内への投入法にも苦慮するが、プラント設計の基本設計計算には基礎データである“生体牛の化学的組成データ”が不可欠である。

このことから、然るべく公的機関宛に当該のデータを問い合わせたところ、最も必要とするデータ欄が“空白”

のままで、Tab.2のような回答が送付されてきた。

回答別表にいう牛1頭当たり部位別平均重量と平均比率は、巨視的に可食部が約55%程度という“歩留まり”の低さと、生体牛1頭あたりの平均体重が約750kgで、人間成人平均体重の10~13倍に相当する……という以外に焼却実現象はおろか、焼却プラント設計の用に供し得る数値を何も与えない。

肉骨粉については何とか推算が可能であるとしても、生体に近い危険4部位も関連の基礎データが提示されないという実情は、重要な基礎データが無きに等しいか、あるいは全く無いか……であって、かくのごとき状況は科学技術レベルの低さ？……という疑問と根本的な別の問題を提起する。

“データなし”で出発した基本設計計算の過程で、理想的に病畜焼却プロセスが危険4部位焼却と両者の重ね合わせ焼却が可能であるとの結果に到達したが、全国で“病畜・危険4部位焼却対応型第1号”となった金沢食肉流通センタ併設焼却施設の設計は、不十分な既設炉の運転データを解析し、基礎データを逆算するという“変則対応”で切り抜けている。

「基礎データの欠如」を都市ゴミ焼却の長年にわたるデータ取得実績とその蓄積と比べると、その格差に驚きを覚えるが、果たして、この状態で科学的技術の底上げと立国が可能かは、“危機対応の下手クソ振り”も加算すると怪しいもので、“画餅”の感が否めない。

3 焼却プロセス・モデル？

病畜、危険4部位の如何を問わず、この場合の焼却過程は、当初炉内に投入された廃棄物が焼却時間の経過に伴って、その重量を逐次減ずる時間依存型の“非常プロセス”である。

この過程は、一般に時間依存性がないとする都市ごみ焼却のような“定常プロセス”とは実現象上で大きな相違があることから、焼却プラント設計計算はその要領を全く違えるし、計算手順も相当に煩雑となる。

複雑な基本計算であるプロセスの熱、物質収支計算式は記述を割愛するが、例えば、この場合の焼却プロセスを水分、可燃分、灰分の3成分について減量経過を表せば、Fig.4のようなモデル図で描くことができ、各成分の減量履歴は割合でも等しくないし、一定の時間区分においても異なった減量速度を呈する。

プラント構成設備機器やプロセスの設計とその裏づけである基礎工学的計算との間に合理性、信頼性、かつ運

Tab.2 牛の元素成分表と部位別重量

1. 牛の成分表

合計	可燃成分					水分	灰分
	C	H	O	N	S		

6. 解体時における牛の部位別重量 (牛 1 頭当たりの平均値)

部位	内訳	重量 (kg)	比率 (%)
血液		41.221	5.67
脚		6.979	0.96
頭部	可食部 (舌, 頬肉)	9.596	1.32
"	不可食部 (耳, 頭蓋骨, 頭皮)	9.161	1.26
尾		1.672	0.23
外皮		69.065	9.50
赤もの内蔵	可食部 (心臓, 肝臓等)	20.066	2.76
白もの内蔵	可食部 (第 1~4 胃, 大小腸等)	26.099	3.59
"	不可食部 (腸管周囲脂肪等)	48.127	6.80
腹糞		62.086	8.54
枝肉	可食部	296.399	40.77
"	骨	70.446	9.69
"	脂肪	47.909	6.59
"	副産物 (小肉, スジ等)	5.889	0.81
消耗		10.978	1.51

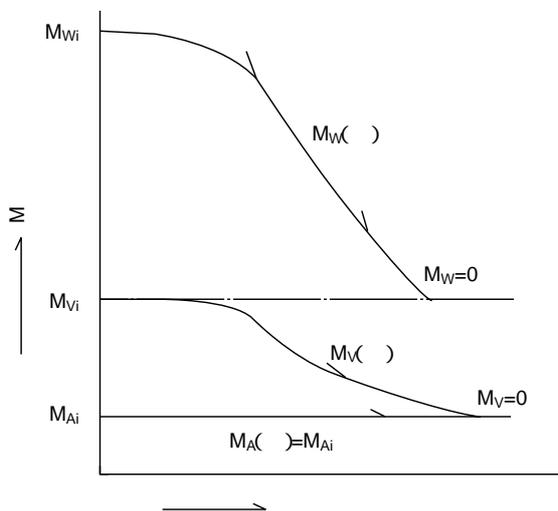


Fig.4 焼却プロセスモデル

M_W, M_V, M_A : 水分, 可燃分, 灰分重量

M_{Wi}, M_{Vi}, M_{Ai} : 初期重量 Q : 時間

転制御との整合性を確保することを前提とすれば, 可能な限り実現象に忠実な形に焼却プロセス・モデルを表現し, 適切な時間区分を設定して試行錯誤的な繰り返し計算を行わねばならないが, この計算法は概して倦厭されることもあって, この方向を指向するプラント・メーカーはほとんどないとして過言ではない。

この実勢は, まことに不都合なことに発注者である自治体側の技術指導の下で, プラント設計, プラント建設工事を推進しなければならないことさえあって, ここでも技術力の実態を知られることになる。

因みに, もし, 焼却プロセス・モデルの設定をはじめとする基本設計段階で過誤があったらどうなるか …… 大失敗は“自明の理”であることは云うまでもないし, その失態の事実を存分に教えられることになる。

4 実現象は?

食肉センター併設の病畜・危険 4 部位焼却施設は本年 4 月に正式稼動したばかりで, 実現象の把握にはまだか

なりの時間を要するであろう。しかし、正式稼働以前の性能試験期間以降得られたいくつかの結果は貴重な教訓を与えている。

例えば、生体牛の血液比率は前出 Tab.2 の数値よりも少し大きな値になる兆候が見られる。少数のデータではあるが、排ガス中のダイオキシン濃度は $1.0\text{ng}\cdot\text{TEQ}/\text{Nm}^3$ (法規制 $5.0\text{ng}\cdot\text{TEQ}/\text{Nm}^3$: 新設炉) にも及ばぬ程に低い値とはいえ、生体牛の焼却排ガスと危険4部位のそれではダイオキシン濃度に数倍の差があって、本市側獣医の見解である“人間と同等: 体重の約 $1/13$ ”を設計条件値としたことの妥当性が窺われる。

また、俗に言う“霜降り肉”の固形脂肪が、加熱軟化→液状滲出→沛下→着火燃焼の経路をとる“遅れ燃焼”は熱灼減「0」に直接かかわることで、枝肉以外の各組織に分散点在する脂肪分も Tab.2 の値よりかなり多い傾向がある。概して“美味指標の霜降り度”と焼却難易度の関係は“逆比例相関”さえ予想される。

その他、焼却開始後の比較的早い時期に起こる腹部膨裂と炉内圧急変との関係など、およそ無生物的な可燃性廃棄物の燃焼とは大幅に現象の趣が異なっている。

特に、組織内に未燃脂肪が残るような場合、往々にして翌日には“蛆”の発生を見る例さえあるので、この種の炉は“脂肪完全燃焼”を前提に熱灼減＝「0」を設計必須条件とすることが正しいのではなからうか。

また、実現象は炉をはじめとするプラント構成設備機器との関連も密接なので、実態の把握と確認には数年の運転実績が必要でもあろう。一例ではあるがロストル(火格子)材はSCH3: 高クロム耐熱鋳鋼(Cr12~15%)で、高価な特殊鋳鋼でもあり、その耐用期限がどれだけまでか…施設の運転維持費に直接跳ね返るだけに大変興味ある問題である。

5 この先は?

“一大騒動”となった「B. S. E」問題は、近々に至って一応“鎮静化”の感がある。この情勢は B. S. E. 発症牛頭数が1週間当たり1000頭にも及んだ英国(1993年3月)の例に比べ、わが国の場合は約2年間で10頭にもならない散発的症例発見によると考えられるが、観点を変えると、「収束傾向がわからない」という意味で、わが国の事象にむしろ不安がある。

「不安解消の時期が何時か?」…いわゆる国の“安全宣言”が発せられる時…の予測が全くできない状況では“不安解消”に相当の時間を要するとして差し支えな

からう。

「B. S. E 症」で不名誉な先進国?ともなった英国の統計資料を引用すれば、初発確認(1986年11月)から“限りなく「0」に収束”(2001年末)まで約15年間で、もし、この数値をわが国の発症歴に重ねると2016年頃にこの問題は着着となる。しかし、“不安解消”あるいは“問題終焉”までの期間となると意見は分かれ、“最後の症例発覚のときから起算して10年以上”…のような一部の見解にも相応の妥当性あり…とすると、わが国の「B. S. E」問題はまったく先が読めなくなる。

そして、この一方で牛肉消費が回復し、日常の食生活で牛肉メニューが続く限り、「病畜」、「危険4部位」、「肉骨粉」の焼却処分は止まることがない。

前述のごとく、「病畜」と「危険4部位」は場内処分となっているが、食肉センターそのものが典型的な「迷惑施設」の一つとして建設用地の確保が難しいことに加え、さらにこれらの廃棄物焼却施設を併設という方向は非常な困難に直面することは避けられそうにない。

このような事情は関連業界に反映して、“焼却施設”の設置が可能な食肉センターへは、性能保障に疑問があるプラントを破格の値段で売り込むプラント・メーカ、地方の民間委託処分を余儀なくされる場合では、危険4部位1頭分を“暴利”とも云うべき値段で処分を受ける“亡者”さえ現れている。

基本的に「病畜」と「危険4部位」の焼却処分費用が、屠殺解体牛を持ち込む畜産農家の負担である現実を直視すれば、現在の“宙吊り状態”のまま、10年以上もの長期にわたり畜産農家が耐えられるとは考えがたい。

今次の「B. S. E」問題を契機に、既に廃業した畜産農家、あるいは廃業を決意、模索している農家が少なくない事実を察すれば、「畜産衰退」の方向が危惧されるが、このことに気付くとき、今次の「B. S. E」問題は“農政”を“NO政”に大転落させた「大失政」で、なお「畜産振興」を呼ぶには異論がある。

因みに、2001年末の調査によれば、国内の飼育牛頭数は約490万頭、実績で国内消費が120万頭/年、うち廃用牛が約30万頭なる統計があるという。現状では予測もできない“安全宣言”が将来発せられた時点で、上記の数値がどのようになっているのだろうか…

エピローグ

今次の「B. S. E」問題を“効率追及(：肥育)の共食い故の天罰”と評する人達がいる。いうなれば、「因果応

報」の類を意味するが、「グルメと飽食」の昨今にあって納得させられるところがある。

多少のことは許されても、「飽くなき食欲」には限度があるのでは……

Fig.5 は牛の第1胃から出てきた異物である。



Fig.5 牛の第1胃内胃物
(上): 磁石, (下): 内壁清掃用具

一つは“磁石”, もう一つは“胃内壁清掃用具”で, 特に後者は刺激による壁厚増 = 「トンチャンの歩留まり上げ」も目的にしているという。また, Fig.6 は“太ったオコゼの唐揚げがよい”とする消費者のニーズに応じて, 開発途上の「3倍体養殖オコゼ」である。

この魚体は抱卵期に全て死亡するという悲劇を迎えるが, 食欲と自然の摂理の均衡を考えずにはおれないし, 取得した学術知見の適用範囲を何処までとするかにも良識が必要である……との思いを払拭し得ない。



Fig.6 開発中の3倍体オコゼ

長い間, 不明だった自然界での実態がようやくわかりかけてきた例もあるが, 得られた知見は正しく使われるべき……とするのは筆者のみではなからう。

Fig.7 は日本海側を回遊する「ブリ」の生体実測データの一例である。

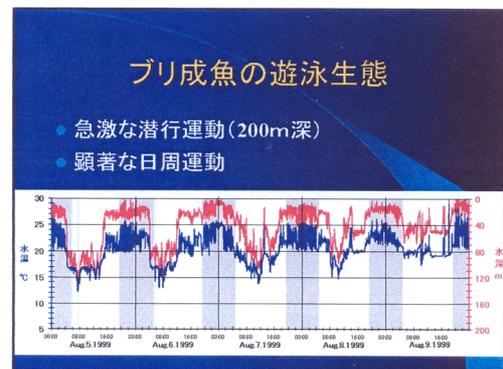


Fig.7 ブリの回遊生態実測データ例

このデータは「ブリの摂餌時間帯は夜間」= 夜行性を示唆するに十分である。しかし, 養殖あるいは水族館で飼育されているブリの給餌は昼間で, 人間側の勝手がその時間帯を逆転させている恐れがある。

前述の2例は別として, 筆者の独断ではあるが, Fig.7のような生態計測も広義の意味で“環境計測学”の範疇とするなら, この分野の今後の進展に期待するとともに可能性を洗い出し, それを掘り出す科学の真髄に迫られんことを祈念したい。