

高病原性鳥インフルエンザ発生時に埋却した処分鶏等の最終処理

京都府南丹家畜保健衛生所
寺石武史 川島康成 藤野日出海

1 はじめに

平成16年、国内で79年ぶりに高病原性鳥インフルエンザが発生し、3例目となった京都府の事例は、過去最大規模の採卵鶏農場であった。当時の高病原性鳥インフルエンザ防疫マニュアルでは、患畜等の死体は原則として発生農場において、焼却又は埋却することと規定されていたが、大量の処分鶏を農場内で焼埋却することは、断念せざるを得なかった。

京都府では、まん延防止と早期封じ込めのため、苦渋の決断で処分鶏等を農場外に一時的に埋却する方法を採用した。その後、試験掘削等の事前調査を実施の上、平成20年4月に最終処理を完了したので、その概要を報告する。

2 発生農場及び埋却処理の概要

(1) 農場概要と防疫対応

発生農場は、22万5千羽の飼養規模で、京都府のほぼ中央、丹波高原の由良川と桂川水系上流部の分水嶺に位置していた。当時は、高病原性鳥インフルエンザ防疫マニュアルに基づき移動制限区域を半径30kmに設定し、本府で5市10町、養鶏農場37農場、小規模飼養者1,190戸の総計116万羽を移動制限の対象とした(図1)。

なお、発生農場は、大阪府及び兵庫県境に位置していたため、移動制限区域のほぼ半分が両府県に及んだ。

また、農場周辺には、河川、住居、農耕地があり、その上流に位置する農場内に埋却することは、水質汚染等による環境破壊、地元への風評被害が危惧された(図2)。

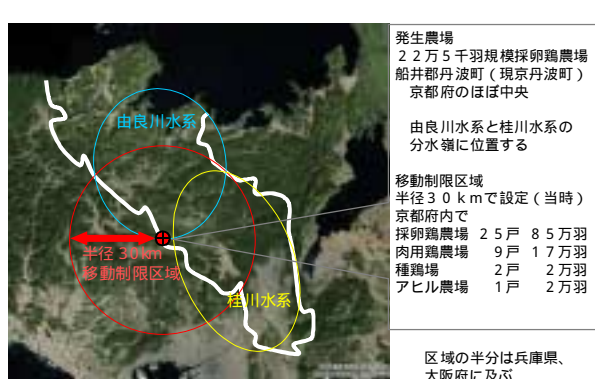


図1 発生場所の地勢



図2 農場周辺状況と防疫対応

さらに、判明時すでに大量の鶏が感染し死亡している状況であったため、防疫措置は大きな制約を受けた。

患畜決定は、2月29日で、即日処分を開始したが、並行して、大量の処分鶏をどのような方法で処理するかを短期間に決定する必要があった。

このため、本府では発生直後に、ウイルス学、水質・土壌汚染学、獣医微生物学などの専門家で構成される第三者機関を設置し、助言を得ながら防疫措置をはじめ処分鶏等の処理方法を検討した(表1)。

家畜伝染病予防法施行規則では、汚染物品等は焼却または埋却することと定められているが、ウイ

ルスに感染した20万羽を超える鶏や汚染物品を、農場外に出すことは、まん延防止の観点から困難で、専門家も「その場から動かすことは他農場への感染拡大の恐れがあり難しい」との見解であったため、焼却という最も完全な処理方法を断念せざるを得なかった。

最終的には、通常の方法による埋却も不可能と判断し、地元の協力を得て森林組合所有の山林を借り受け、シートで密閉する方法による最終処理を前提とした一時埋却を行った。

防疫措置は、埋却、消毒、清浄性確認検査を経て、延べ17,000人を動員して、確定日から45日後終息に至った。

(2) 一時埋却中の対応

埋却期間中の対応、最終処理方法については、第三者機関に助言を得ながら決定した(図3)。

一時埋却した平成16年3月13日～19年12月27日の間に、4回の試験掘削を実施し、処分鶏、鶏卵、堆肥の状態、さらに、埋却溝最下部における液体貯留状況などを調査した。

これら試験掘削等の基礎データを取りまとめ、第三者機関に諮問したところ、「長期間経過すると鶏体の加水分解による固形分液化の可能性もあり、処理方法が複雑になることも想定されるため、作業上の安全を確保した上で、焼却を基本に早期の処理が望ましい」との助言を得たため、平成19年12月27日最終処理を開始し、平成20年4月18日に完了した。

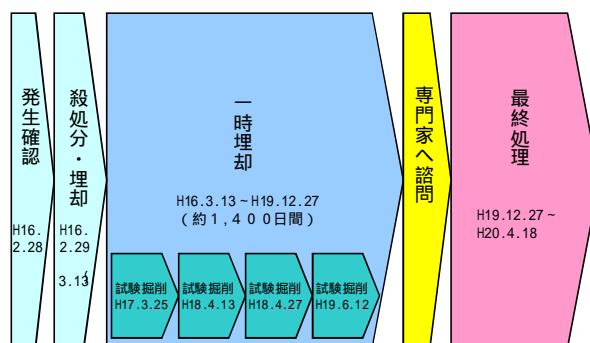


図3 発生から最終処理までの行程

(3) 埋却量と一時埋却の方法

埋却物は、鶏体420t、鶏卵84tなど合計650tに達した(表2)。

一時埋却の方法は、掘削後、外側からウレタン製保護マット、ゴム製遮水シート、ビニールシートを3重に敷設し、消石灰を散布した後、埋却物を投入した(図4、写真1)。

間隙には、さらに消石灰を詰め、最後に、ビニールシートで包込み2m以上の覆土で封入した。

汚染物品等の埋却物の大部分は第1溝に埋却、防疫服等の防疫作業に使用した資材は第2溝に埋却した。第1溝の大きさは全長約48m、幅約6m、深さ約4.5mで、容積は970m³となった。

表2 埋却物の推定量 (t)

鶏 体	420
鶏 卵	84
飼 料	47
堆 肥 等	27
シート類	71
消石灰	125

表3 埋却溝の概要

	全長(m)	底幅(m)	深さ(m)	容量(m ³)
第1溝	47.5	4.4～6.2	4.5	970
第2溝	8	3	3	170

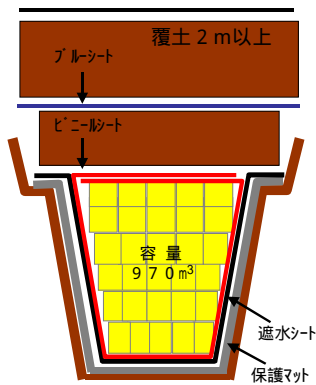


図4 一時埋却の概要



写真1 埋却作業

3 事前調査

(1) 目的及び内容

事前調査としては、試験掘削や埋却溝内のガス採材用に観測井戸を設置するとともに(写真2)、その際にサンプリングした鶏体等のウイルス検査、埋却溝内及び鶏体が入ったビニール袋の臭気検査を行った。

また、鶏体焼却の参考とするため鶏体の水分含量を測定した。

さらに、溝内の状況確認や試験掘削時における農場周辺及び敷地境界の臭気発生状況を確認した。

(2) 事前調査の結果

試験掘削

採掘した鶏体は、扁平化していたものの、ほぼ原形を留め、水含量は約70%と一般鶏と大差なく焼却可能と判断した(写真3)。

また、フレコンバックに損傷はなく、取り出し作業に問題はなく、覆土下部や溝内に液体貯留は認めず、埋却溝外への液体の漏れ等も確認されなかった(写真4、5、6)。



写真2 観測用井戸



写真3 試験掘削時の鶏体



写真4 フレコンバック



写真5 覆土下部の状態



写真6 埋却溝最下部

ウイルス検査

埋却1年～3年後の試験掘削で採材した覆土、鶏体、飼料、肥、鶏卵について、外部機関と京都府両方で発育鶏卵接種法によりウイルス検査実施したところ、いずれも埋却1年後には陰性を確認した(表4)。また、それ以後の検査においても全て陰性であった。

埋却溝内の臭気

埋却物の主体が、鶏体、鶏卵などタンパク質であるため、土中で分解した場合、硫化水素、アンモニア、メチルメルカプタンなどの発生が想定されたことから、これらの測定を実施したところ、いずれも労働安全衛生法等に示されている作業環境におけ基準値未満であることを確認した(表5)。

一方、鶏体の入ったビニール袋では、アンモニアが若干高い値を示した。

表4 埋却物のウイルス検査結果

採材年月日	検査材料	検体数	外部機関	中丹家保
平成17年3月25日	鶏体、覆土	3	陰性	陰性
平成18年4月13日	鶏体、飼料、堆肥、覆土	5	〃	〃
平成18年4月27日	鶏体、覆土	3	〃	〃
平成19年6月12日	鶏体、飼料、鶏卵、覆土	5	〃	〃

外部機関：鳥取大学、京都産業大学

表5 構内の臭気検査

	埋却溝内			鶏体入りビニール袋内	基準値
	H17.3	H17.11	H19.6	H18.4	
硫化水素 (ppm)	1.7	0.56	1.3	0.035	5.0
アンモニア (ppm)	3.6	<4	4	12	25.0
メチルメルカプタン (%)	未実施	未実施	<0.1	0.11	0.5
メタン (%)	<0.1	0.08	未実施	0.01	5.0

方法：アンモニア(液体捕集吸光度法)、その他(ガスクロマトグラフ法) 労働安全衛生法、日本産業衛生学会、米国産業衛生専門家会議等の許容値

試験掘削時の周辺臭気検査

平成19年6月12日には、最終処理を念頭に、試験採掘時に埋却周辺6地点で臭気検査を行った(図5)。

硫化水素、アンモニア、メチルメルカプタンについて、1時間毎4回測定した結果、全て検出限界以下であることを確認し、掘削作業中に周辺住民への影響は生じないと判断した。



図5 試掘時の敷地境界臭気検査

4 最終処理方法と埋却物検査

(1) 最終処理方法

最終処理は、埋却物を重機で掘り起こし、鶏体や飼料などの可燃性物は新たにフレコンバックに詰め替え府内の6施設で焼却し、シート類など不燃性物は細かく裁断し府内の産業廃棄物処理場に埋め立てた(図6)。

最終処理に際しては、作業中の溝内の臭気物質モニタリングも実施した(図7)。

一時、アンモニアが高い値を示したが、吸収缶付マスクの使用や強制送風により対応可能であった(写真7)。

完了後は埋却跡地は整地し、後に植樹も行った(写真8)。

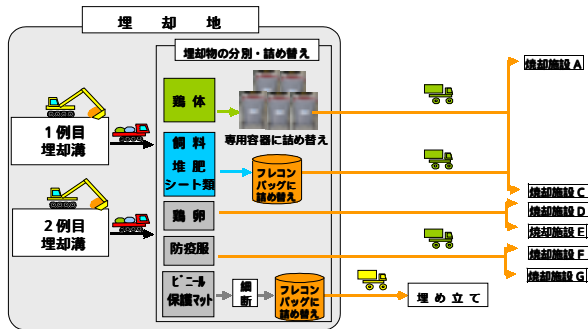


図6 埋却物の処理工程

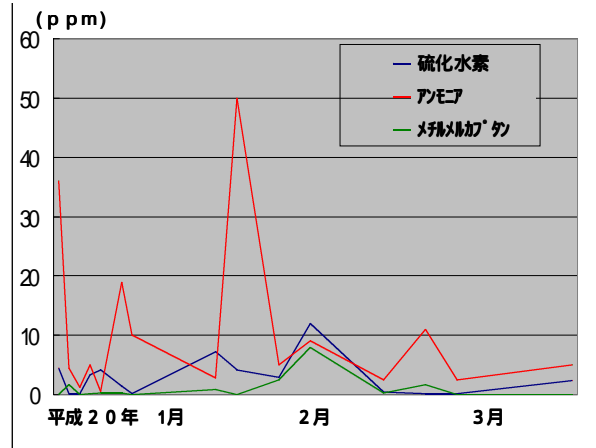


図7 作業中の埋却溝内臭気検査



写真7 溝内への強制送風



写真8 整地後の埋却跡地

(2) 最終処理時の埋却物検査

最終処理時には、改めて埋却物を採材し分析に供した(表6)。また、掘り起こし直後の消石灰は、泥状化するとともに青色に変色し(写真9)強い悪臭があったため、揮発試験として、消石灰1gを3.3リットルの気密ジャーで37℃1週間乾燥後、ガス検知管で硫化水素、アンモニア、メルメルカプタンの濃度を測定した。

表 6 最終処理時の調査項目

肉眼検査	材料：鶏体（解剖）、堆肥、飼料、鶏卵、遮水シート、保護マット
細菌検査	材料：埋却鶏筋肉（大胸筋、深胸筋、大腿筋）、腹腔内融解物 方法：嫌気及び好気培養（血液寒天・卵黄加GAM寒天培地）
骨格筋分析	材料：鶏体（418～523日齢2羽）、 対照（469日齢♂「スプラウ」2羽） 方法：鏡検（メチレンブルー染色）、組織検査（ヘマトキシリンエオジン染色） 水分含量（常圧加熱乾燥法） タンパク質含量（bicinchoninic Acid 法） タンパク質分子量分析（SDS-ポリアクリルアミドゲル電気泳動）
消石灰検査	材料：消石灰 方法：水分含量（常圧加熱乾燥法）、臭気検査（簡易揮発法）

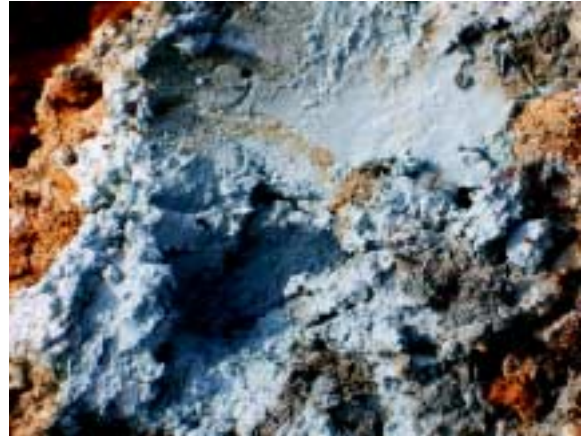


写真 9 掘り起こし直後の消石灰

(3) 最終処理時の埋却物検査結果

肉眼検査

鶏体の解剖所見では、筋肉の色調は鮮明で消化管も形態をとどめ、他の臓器もほぼ識別可能であった（写真10、11）。



写真 10 埋却鶏の大胸筋



写真 11 埋却鶏の消化管

細菌検査

1羽から酵母及び嫌気性菌が検出されたが、共通する優勢菌種は分離されず嫌気状態が保持され、腐敗菌の増殖はなかったと考えられた（表7）。

骨格筋検査

同鶏種、同等日齢の対照鶏と比較したとろ、低倍率顕微鏡所見では対照鶏と同等に筋線維は確認できた（写真12、13）。

表 7 鶏体の細菌検査結果

番号	材料	好気培養	嫌気培養
鶏体 No. 1	大胸筋	-	-
"	深胸筋	-	-
"	大腿筋	-	-
"	腹腔内融解物	-	-
鶏体 No. 2	大胸筋	-	-
"	深胸筋	-	-
"	大腿筋	酵母	-
"	腹腔内融解物	-	・ <i>C. perfringens</i> ・ グラム陰性桿菌

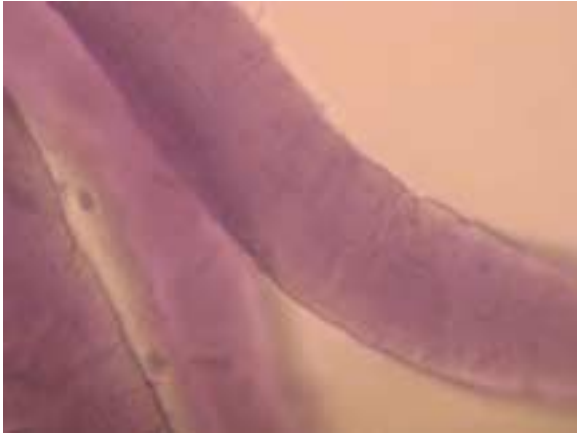


写真 1 2 対照鶏の筋繊維



写真 1 3 埋却鶏の筋繊維

一方、高倍率では、対照鶏と異なり(写真 1 4、1 5)、骨格筋線維は全域にわたり、融解壊死に陥り絮状化・顆粒状崩壊像を呈していた(写真 1 6、写真 1 7)。

また、筋組織が比較的広範囲に脱落し、空隙を形成していた領域も散見された(写真 1 7 矢印部分)。ただし、菌体は認めず、腐敗とは異なる所見を呈していた。

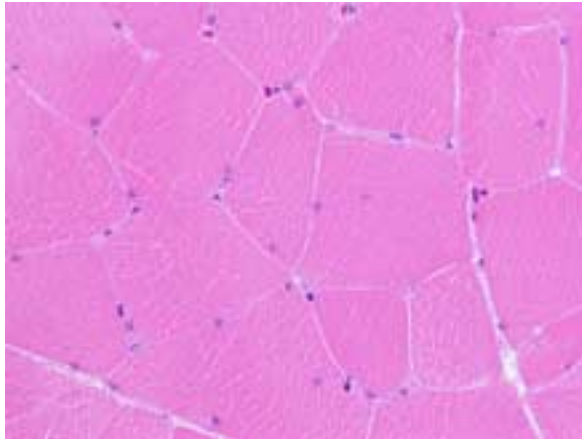


写真 1 4 対照鶏の筋繊維 (深胸筋 × 400)

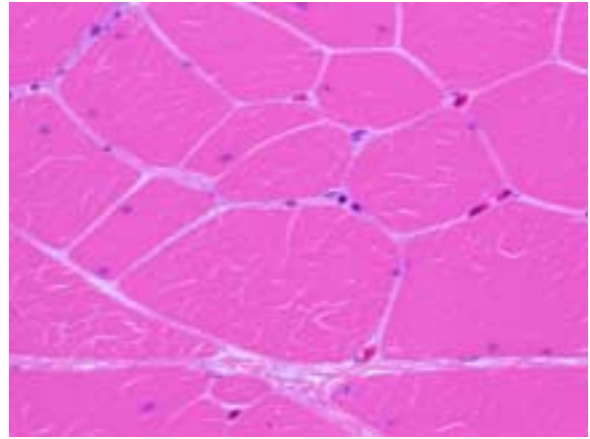


写真 1 5 対照鶏の筋繊維(後肢筋 × 400)

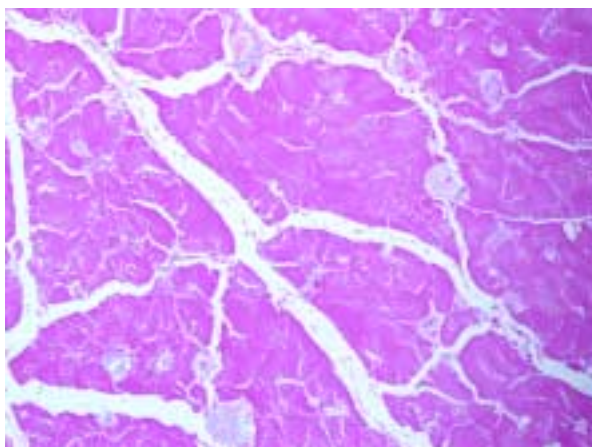


写真 1 6 埋却鶏の筋繊維(深胸筋 × 400)

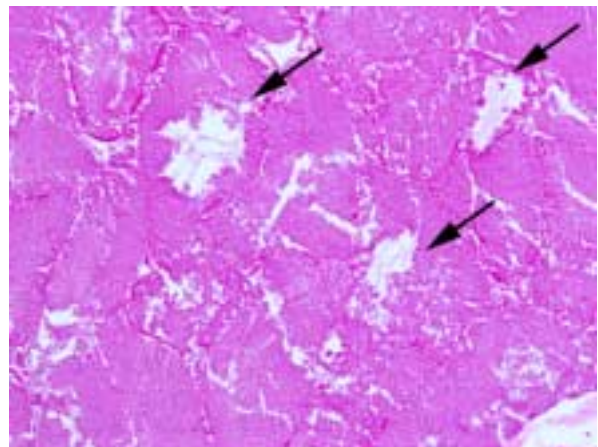


写真 1 7 埋却鶏の筋繊維(後肢筋 × 400)

鶏体重量、骨格筋の水分及びタンパク質含量
 鶏体の重量と骨格筋の水分・タンパク質含量を比較したところ、いずれも埋却鶏が低値を示し、特にタンパク質含量は約23%減少していた(表8)。

骨格筋の筋原繊維分画の分解程度を電気泳動で精査したところ、対照鶏では、200キロダルトンと40キロダルトン付近に、ミオシンとアクチンに相当する鮮明なバンドが認められたが、埋却鶏では相当するバンドがなく、バンドが最下部に集中しておりタンパク質の低分子化が確認できた(図8)。

また、同様に可溶性タンパクである筋漿分画を検査したところ、対照鶏では、多数の明瞭なバンドが認められた(図9)。

埋却鶏でも、筋原繊維と比較して多くのバンドが認められたが、やはり最下部にバンドが認められ低分子化が進行していた。

さらに、埋却鶏1羽の大胸筋では対照鶏にない高分子のバンドも認められたことから、本来不溶性の筋原繊維が可溶化して筋漿分画に現れたと推察された。

表8 鶏体重量と骨格筋水分及びタンパク質含量

	重量 (kg)	骨格筋 水分含量 (%)	骨格筋 タンパク質含量 (g/100g)
埋却鶏	1.4	66.6	11.9
対照	2.1	73.4	15.4
推定減少率	33%	9%	23%

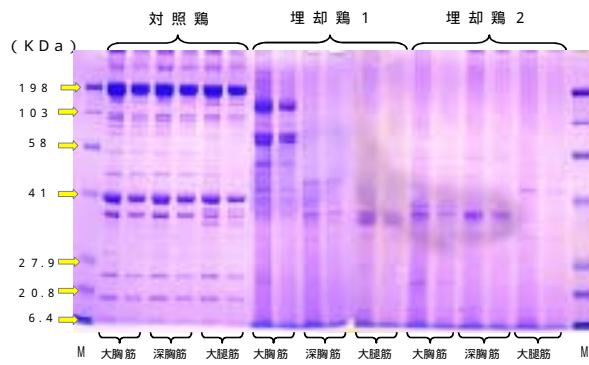


図8 筋原繊維分画のSDS-PAGE像

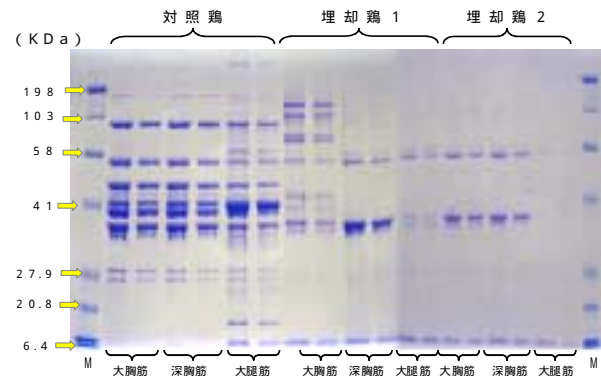


図9 筋漿分画のSDS-PAGE像

その他の埋却物

堆肥、配合飼料は、外見上全く変化は見られなかった(写真18、19)。

鶏卵は大部分が割れていたが、原形を留めたものでは容物が脱水・固形化していた(写真20)。シート類に損傷はなく、液体成分の地下への浸透等がなかったことが改めて確認された(写真21)。



写真18 堆肥



写真19 配合飼料



写真20 鶏卵



写真21 遮水シート

消石灰の試験調査

掘り起こし直後の消石灰は、水分含量38.1%と高い値を示した。使用した消石灰は、推定125トンであり、47トンもの水分を保持していたと推定された(図10)。

揮発試験として、消石灰1gを3.3リットルの気密ジャーで、37日間乾燥後、ガス検知管で硫化水素、アンモニア、メチルメルカプタンの濃度を測定した結果、アンモニアのみ検知され、濃度は2ppmであった。

使用した消石灰全てが同様に含有していたと仮定すると、推定で1,100リットルのアンモニアを捕捉していたと推察された。

消石灰の水分含量測定

検査方法：常圧加熱乾燥法

結果：38.1%

埋却量：125 t (推定)

全水分量：47 t (推定)

消石灰の揮発試験

揮発条件：3.3Lの気密ジャー内で消石灰1gを37日間反応

結果：アンモニア濃度2ppm

全吸着量：1,100 L (推定)

図10 消石灰の調査結果

5 まとめ

(1) 埋却溝内の環境

地下3mの地中温度は、地表の平均温度からその高低差の約9%の範囲で推移すると言われている。

現地地表温度の月平均値は15で、最高28、最低3であったことから、埋却溝内は15±2の範囲、つまり13~17で安定推移していたと推察された(図11)。

(2) 所要人員及び経費

最終処理作業にあたっては、当所職員が毎日現地立会し、実動日数は81日間にわたり、処理作業業者を含め動員人数は延べ970名に及んだ。

また、処理費用は総額約2億8千万円を要した。

(3) 埋却物の状態

ウイルスは、埋却1年後の第1回目試験掘削においてすでに検出されなかった。

鶏体は、水分・タンパク質含量の低下、筋原繊維の低分子化、可溶化が確認されたが、原形は保持していた。

このように長期埋却後も細菌による腐敗がなく、液状化しなかった要因としては、安定した地中温度や気密・嫌気状態によるのと推察された。

また、消石灰は消毒効果だけでなく、アンモニアや水分を捕捉し、埋却地における環境負荷の軽減にも有効である可能性が示唆された。

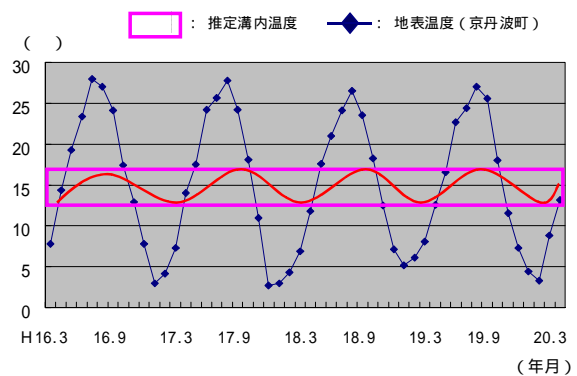


図11 推定埋却溝内温度

(4) 京都府の措置

本府の事例では、発生場所が水源に近く、汚染物品が大量であったこと、まん延防止と早期終息のため密封して一時埋却した。

埋却期間は、1,400日に及び、その間、埋却地の管理、周辺環境のモニタリングを行う必要があった。

地元住民に対しては、埋却期間中安全性を理解してもらうため、頻回に説明会を実施し、試験採掘データ等を開示した。また、台風や地震による埋却地の補修も行う必要があった。

最終処理に当たっては、第三者機関による中立かつ専門的見解を得ながら、周辺環境への配慮、作業の安全性を図った。

一方、埋却直後の懸念に反し、埋却物は液状化することもく、ほぼ原形を保持しており、通常の方法による処理が可能であった。

人員・経費面では、膨大な負担であったが早期封じ込めは成功し、最終処理も無事に完了できた。

本来、家畜伝染病予防法施行規則では、発掘を前提とした埋却は規定されていない。

現在は、本府としても可能な限り焼却処分することを前提に関係機関との協力体制を進めているが、多くの農場周辺には河川、水田、人家等があり、農場の立地条件や規模、府民感情を考慮すると、規定どおりに焼埋却できないケースが存在するのが現状である。

今回、本府が試みた措置は、費用、人員面からみると模範事例ではないが、大規模農場での発生時などで、焼却や通常の埋却による早期封じ込めが不可能な場合には有効であり、長期埋却後も通常の方法で処理可能であった。

本事例が、選択肢の1つ、参考事例となれば幸いである。

6 謝辞

最後に、本事例における埋却物の分析に際し、御指導、御助言頂いた、京都産業大学鳥インフルエンザ研究センターの大槻公一教授、鳥取大学農学部附属動物病院獣医臨床検査学の竹内崇教授、北海道大学大学院農学研究院農学研究科生物資源生産学専攻畜産資源開発学畜産食品開発学の服部昭仁教授、京都府中丹家畜保健衛生所高度病性鑑定課の八谷純一主任に深く感謝します。

7 参考文献

- [1] 農林水産省消費・安全局衛生管理課長通知 高病原性鳥インフルエンザ防疫マニュアル(2003)
- [2] 藤野日出海、西野洋：平成16年度京都府家畜保健衛生業績発表集録、36-43(2004)
- [3] 松田誠一、一星暁美、吉良卓宏：平成16年度京都府家畜保健衛生業績発表集録、44-51(2004)
- [4] 渡邊昌英、種子田功、安藤嘉章：平成16年度京都府家畜保健衛生業績発表集録、1-6(2004)
- [5] 我が国における高病原性鳥インフルエンザの発生と防疫措置 社団法人 全国家畜畜産物衛生指導協会 (2004)
- [6] 高病原性鳥インフルエンザ感染経路究明チーム：高病原性鳥インフルエンザの感染経路について、(2004)
- [7] 近藤純正：身近な気象の科学、東京大学出版会、(1987)
- [8] 近藤純正：地表面に近い大気の科学、東京大学出版会、(2000)
- [9] 五訂増補日本食品標準成分表：文部科学省科学技術・学術審議会・資源調査分科会報告書(2005)