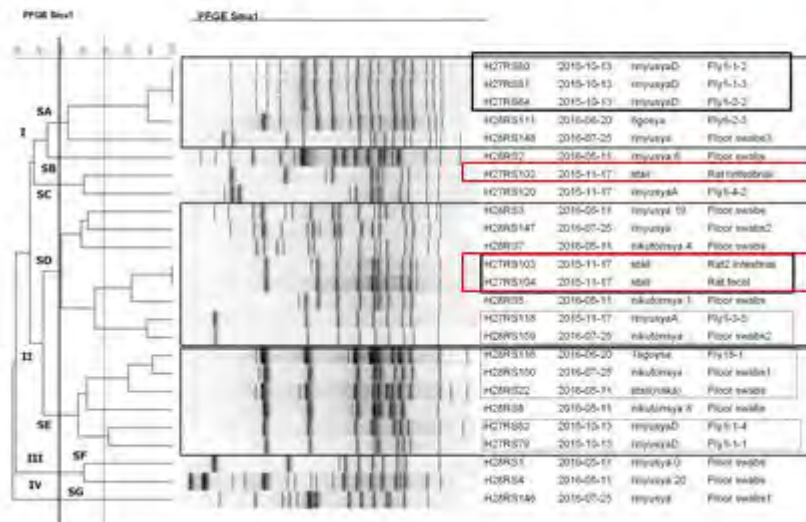


P-D農場で分離された*Campylobacter coli*の分子疫学解析(PFGE)



3) 成果目標に対する達成状況

自動撮影カメラを用いて野生動物の種類別に生態や行動・環境利用様式を解明し、野生動物の種類に応じた防除対策の効果を定量的に評価した。これらの成果から、畜産農場での農場内及び周辺に出没する野生動物の種類の特定期間と、防除対策の有効性を判定する方法を確立することができた。そして、野生動物の侵入防止方法は野生動物の種類によって異なるため、それぞれの行動様式に基づいて策定し別紙 1 に示した。また、野生動物の出現要因としての「エサこぼし」を特定したことで、畜産農場での環境整備を含めた総合的な防除方法の提示まで滞りなく実施した。

(3) 中課題 3 (農場に生息する衛生害虫の防除法の確立と経済効果) の研究成果

1) 工程管理及び成果目標

工程表
① ハエを対象にサルモネラとカンピロバクターの保菌状況検査と衛生害虫の被害および対策状況の調査 (小課題 1 及び 2 関連)。(平成 26 年度)
↓
② ハエ及びガイマイゴミムシダマシ防除対策の比較 (小課題 1 及び 2 関連)。(平成 27 年度)
↓
③ 防除策の有効性の検討 (小課題 1 及び 2 関連)。(平成 28 年度)

成果目標：-農場に生息する衛生害虫の食中毒菌保有状況、衛生害虫の被害状況及び対策状況を調査し、食中毒菌汚染低減の取組が育成成績の向上や家禽疾病の予防に寄与するのか明らかにする。また、聞き取り調査から、農場で有効な汚染低減対策を立案し、その効果を検討する。

表記上の明確化を図るため成果目標を見直した。なお、見直しにあたっては、平成 28 年度第 2 回研究推進会議（平成 28 年 12 月 7 日開催）で研究課題運営チームと合意済み。

2) 各工程の進捗状況及び成果

【工程表の①】

食中毒菌低減の取組が、育成成績の向上や家禽疾病の予防にもつながるのか検証するため、鶏舎の育成成績を調査しサルモネラ・カンピロバクターの菌分離成績と比較したところ、相関関係は見られなかった。（図 1 小課題 1 26 年度）

肉用鶏農場の鶏舎外の手拭と鶏舎内ソックスワブから分離されたサルモネラとカンピロバクターで遺伝子型が一致した株があり、手拭が農場内で菌を拡散している可能性があることが示唆された。（図 2 小課題 1 26 年度）

アンケート調査を実施したところ、手拭対策は、肉用牛及び豚農場で実施されているが、肉用鶏農場では実施されていない。一方、ガイマイゴミムシダマシについて、存在がほとんど認識されていない。（図 3 小課題 2 26 年度）

図 1 鶏舎の培養結果と鶏群の成績

鶏舎の培養結果と鶏群の成績（鶏舎1-10までの成績）

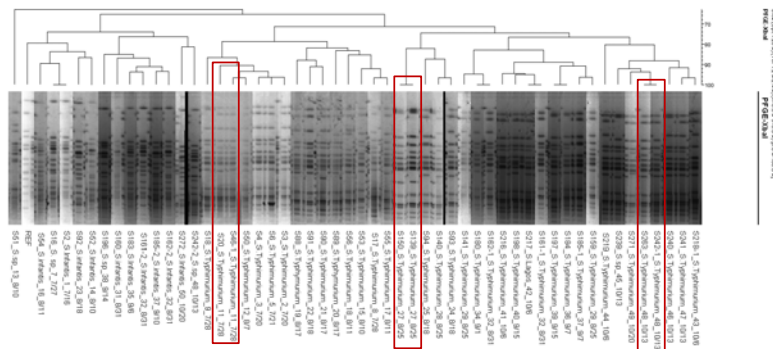
			サルモネラ	カンピロバクター	FC	PS	総合点
鶏舎	地域	採材日	ソックス検体	ソックス検体			
1	A	7月14日	SI	CJ	1.724	372.231	550.37
2	B	7月20日	ST		1.712	360.514	539.14
3	B	7月20日	ST		1.675	380.833	564.07
4	B	7月21日			1.996	267.7	413.09
5	B	7月21日	ST		1.747	346.189	521.7
6	A	7月27日			1.891	289.65	421.11
7	A	7月27日	sp		1.869	300.89	477.36
8	B	7月28日	ST	CJ	1.883	274.727	421.52
9	B	7月28日	ST	CJ	1.686	333.955	517.04
10	B	7月28日		CJ	1.822	284.937	430.48

PS = 日増体×育成率÷FC×100 総合点=PS+坪重量

菌分離と成績は相関していない

図 2 ハエとソックスワブから分離された *Salmonella* と *C.jejuni* の相同性を示す PFGE と MLST の結果

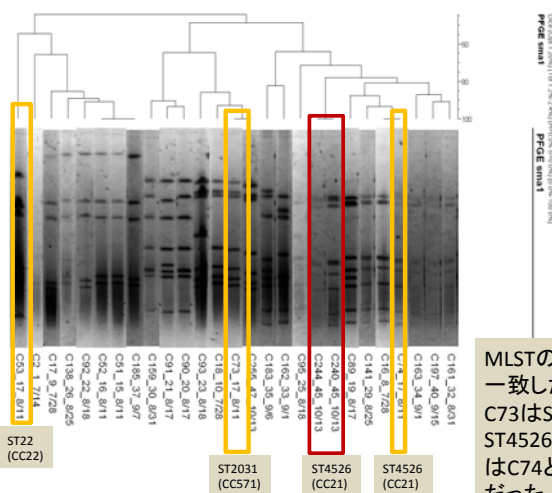
結果 PFGE とMLST *Salmonella*



同一農場の鶏舎外のアヒと鶏舎内ソックスから分離されたペアは他の株と比較し高い相同性を示した

MLSTを実施した *S. Typhimurium* 6株はすべてST328だった

MLSTの結果



MLSTの結果はPFGEの結果と一致した。C53はST22 (CC22)、C73はST2031 (CC574)、C74はST4526 (CC21)、C240とC244はC74と同じST4526 (CC21)だった

図3 アンケート調査の集計

農場におけるネズミ及び衛生害虫の 対応状況(アンケートの集計)

畜種	件数	回答数	区分	ネズミ駆除	ゴキムシダマシの発生	ハエ(駆除薬)	ハエ(捕虫器)
肉用牛	17	16	有	5	2	10	4
			無	11	10	6	11
			記載なし		4		1
豚	7	5	有	4		3	2
			無	1	4	2	3
			記載なし	0	1	0	0
肉用鶏	6	6	有	5	3	1	0
			無	1	2	4	5
			記載なし	0	1	1	1
全休			有	14	5	14	6
			無	13	16	12	19
			記載なし	0	6	1	2

ガイマイゴキムシダマシ発生有と回答した農場での聞き取りと現地調査

- ・ベニア・断熱材の劣化:動噴による洗浄の影響もある
- ・発生は鶏舎の隅:乾燥しているとゴキムシダマシの成虫を見かける
- ・発生状況:7鶏舎中1鶏舎で集団発生を確認、2鶏舎で死骸を確認

【追】経済性に影響する疾病として、大腸菌症が関与する（小課題 2 図 4）。その他の要因として、夏場の平均気温が影響する（図 5 小課題 2 26 年度）。

図 4 食鳥検査時の死鳥羽数を損害として、大腸菌症の影響を解析した。大腸菌症は影響したが、その他に別の要因の存在が示唆された。

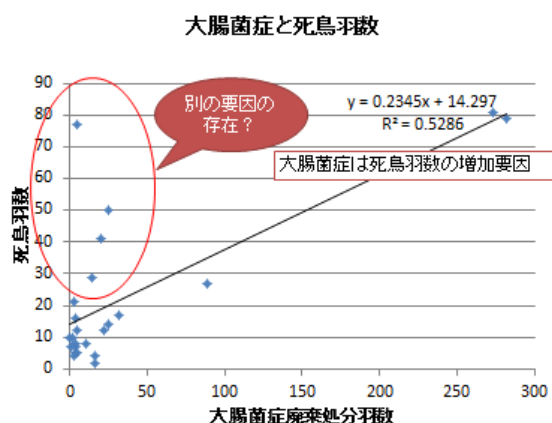
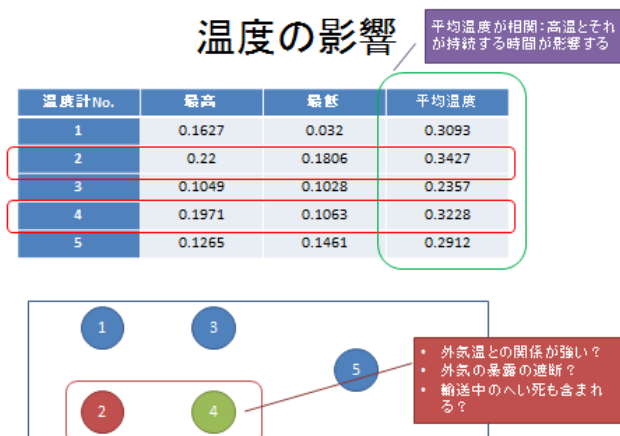


図 5 食鳥検査時の死鳥羽数の増加に、温度も影響する。



【工程表②】

ハエが食中毒細菌の牛への伝播に関与しているか否か確認するとともに、関与していればその伝播を防止する方法を検討するため、牛（酪農）農場で食中毒菌の分離を行った（小課題 1 27 年度）。

- 成牛、育成牛、ハエから STEC が分離された（図 6 小課題 1 27 年度）

- 農場のハエと牛から分離された STEC の関連を調べたところ、PFGE 型が 2 組で同一であった。 (図 7 小課題 1 27 年度)
農場内 8 箇所 に捕虫器を設置し、農場内のハエの分布、ハエの発生源の特定を実施した (小課題 1 27 年度)。
- 農場内でハエの分布は育成舎、子牛舎周辺で多かった。ハエ幼虫の発生源は子牛舎周辺であった (図 8 小課題 1 27 年度)。
- ハエ対策として IGR 剤の散布場所を決定した。
次年度に実施するハエ対策の効果判定の指標として牛糞便中の STEC の量的変化を検出するため、培養法と定量 PCR 法の比較検討を行った。
- STEC 検出力は増菌培養後に選択培地を使用する従来法の方が高く、培養法を採用する (図 9 小課題 1 27 年度)。

鶏農場において害虫防除対策を検討するため、出荷後の糞や敷料が残ったままの鶏舎 (全長 100m×幅 15m) 及び死鳥置き場 (間口 5m×奥行 3m) に捕虫器を設置し、害虫の発生状況を調査した (図 10 小課題 2 27 年度)。

- ハエ及びガイマイゴミムシダマシの発生は鶏舎内で認められず、2 日間でハエ 1 匹を捕獲した (図 11 小課題 2 27 年度)。
- 死鳥置き場ではハエの発生が認められたが、ガイマイゴミムシダマシの発生は認められなかった。捕虫器により 1 日目にハエ 20 匹、2 日目にハエ 24 匹及びガイマイゴミムシダマシ 1 匹を捕獲した (図 11 小課題 2 27 年度)。
- 死鳥置き場で捕獲したハエからサルモネラが分離された (図 13 小課題 2 27 年度)。
薬品の使用が制限される無薬飼育ブロイラー農場でハエの発生防止策を検討した。農場で使用可能な薬剤を選定した結果、ウジの除去、洗浄、消毒 (ゾール剤、石灰塗布) を実施し、ハエの捕獲を行った (図 12 小課題 2 27 年度)。
- ハエの発生への影響は認めらなかった。
- 捕獲したハエからサルモネラが分離されたが、細菌数の減少傾向が観察された (図 13 小課題 2 27 年度)。
- 対策前及び対策後にハエから分離されたサルモネラは、農場の飼育鶏から分離されるサルモネラと同一の PFGE 型を示した。 (図 14 小課題 2 27 年度)。

9月にサルモネラ、黄色ブドウ球菌、STECの分離を行った。サルモネラ、黄色ブドウ球菌は分離されなかった。成牛（54%）、育成牛（50%）、ハエからSTECが分離された。11月にウォーターカップ、牛舎の壁などの環境材料からはSTECは分離されなかった。9月と11月の2回の採材で全く異なる血清型のSTECが分離された。

図7 牛から分離された STEC 株とハエから分離された株の PFGE 法を用いた比較
同一血清型でも異なる PFGE 型を示した。9 月に採材したハエと牛の糞便から分離された O26 株で同一の PFGE 型を示した株があった。また餌槽とハエから分離された O8 株についても DNA 切断パターンは一致した。ハエが STEC を農場内で拡散している可能性があるかと推測した。

63

育成舎でハエの発生が多く、ハエの発生源も育成舎で特定できた。



図 9 搾乳牛の糞便中の STEC の定量化方法の検討

搾乳牛の糞便中のSTECの定量化方法の検討								
検体 No	定性(分離したSTECの遺伝子)					定量値(糞便200mg中)		
	O抗原	H抗原	stx1	stx2	eae	stx1 (定量値)	stx2 (定量値)	eae (定量値)
1	-	-	-	-	-	-	-	188
2	O26	H11	+	-	+	331	228	3690
3	-	-	-	-	-	-	-	-
4	O119	不明	-	-	+	-	267	-
5	O119	不明	-	-	+	-	191	-
6	-	-	-	-	-	-	133	-
7	O26	H11	+	-	+	-	129	-
8	O119	H11	-	-	+	13.5	-	-
9	O26	H11	+	-	+	44	-	-
10	O119	不明	-	-	+	-	-	463
11	-	-	-	-	-	-	133	-
12	O119	不明	-	-	+	-	-	-
13	-	-	-	-	-	-	-	47
14	O26	H11	+	-	+	54	-	-
15	O26	H11	+	-	+	-	-	-
16	-	-	-	-	-	-	-	-
17	O26	H11	+	-	+	-	-	-
18	O26	H11	+	-	+	-	-	244
19	O26	H11	+	-	+	-	195	-
20	-	-	-	-	-	-	-	-
21	O26	H11	+	-	+	-	-	-
22	-	-	-	-	-	-	-	-
23	-	-	-	-	-	-	-	-
24	-	-	-	-	-	-	-	-
25	-	-	-	-	-	-	-	-
26	-	-	-	-	-	-	-	-

増菌後選択培地からSTECを分離した成績の方が(14/26)
定量PCRでeae検出(5/26)
と比較すると検出率は高かった。

定量PCRでeae、stx1、stx2のいずれかが検出された検体は14/26で増菌後選択培地から分離した成績と(14/26)同一だった。

定性PCRでeaeやstx遺伝子が増幅されているが、定量PCRで増幅されていない検体があった。

ハエ対策後の量的変動の指標としての可能性を検討したが、指標として用いるのは難しく、使用しない。

図 10 ブロイラー養鶏場でのハエの調査

鶏舎



死鳥置場



図 11 ブロイラー養鶏場でのハエの捕獲状況

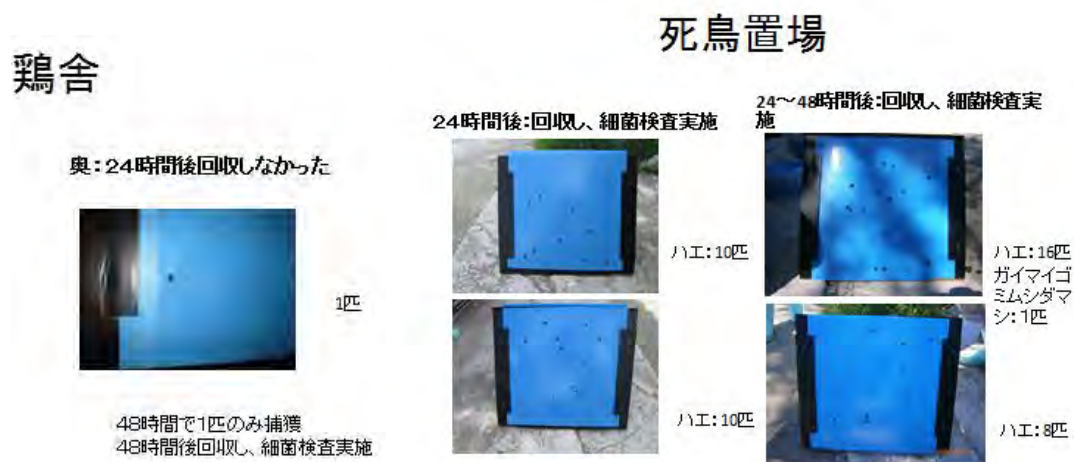


図 12 ハエの発生防止策の検討 と対策後の検査結果



写真1、死鳥小屋の中の物をすべて小屋から出す。



水洗、消毒後、消石灰乳を小屋の内外の壁面、天井、床に塗布する。



写真2、死鳥小屋の床に散乱している蛆の残骸(さなぎの殻)を水で小屋の外へ流し出す。



死鳥を入れるバツカンなどを小屋の中に入れる。

図 13 ハエ対策前後の検査結果

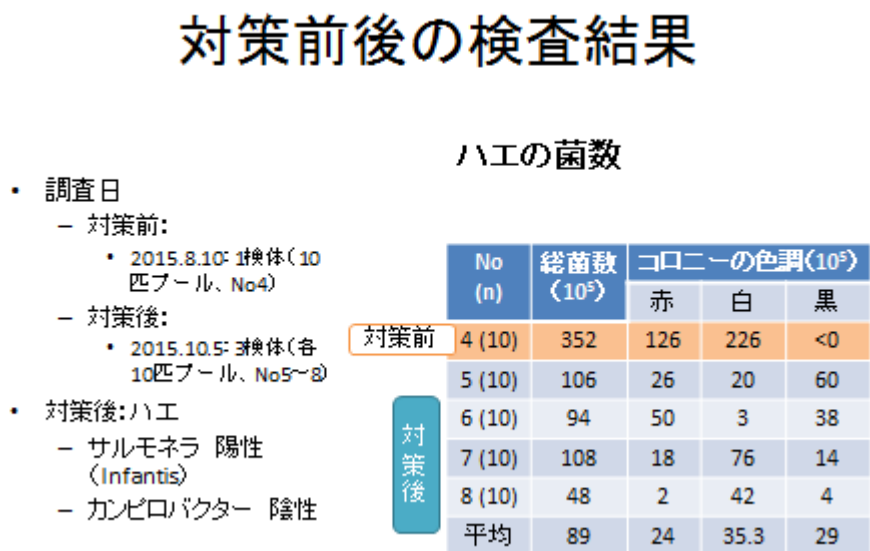


図 14 対策前と対策後にハエから分離されたサルモネラの PFGE による比較



【工程表③】

平成 27 年度本事業の酪農場でのハエ発生源特定調査の結果に基づき、3 月～5 月と 11 月に月 1 回、6 月と 10 月は月 2 回、7～9 月には毎週 20 g/m² 量の IGR 剤をハエの発生源に散布した。7～9 月は成虫殺虫剤のピレスロイド剤を適時散布した。サシバエが増加する 9 月と 10 月には補助対策として粘着シート型ハエ捕獲器を設置してハエの量的変化を観察した。

- 夏場は複数の対策を実施しているにもかかわらず、サシバエの捕獲数が増加した。薬剤だけではハエの分布が多い農場では制御に困難さを伴うことが示唆された。(図 15 小課題 1 28 年度)。
- 平成 27 年 9 月と平成 28 年 9 月のバルククーラー前でのハエの捕獲数の比較では、平成 28 年には平成 27 年度の約 1/50 しかハエは捕獲されず、ハエ対策の効果が認められた (図 16 小課題 1 28 年度)。
- 平成 27 年 11 月と平成 28 年 11 月のハエの捕獲数の比較では平成 28 年度育成舎において粘着シート型ハエ捕獲器①でハエの数は 1/400 に減少したのを初め、ほとんどの箇所
で減少し、ハエ対策の効果が顕著に認められた。搾乳牛舎と牛舎では平成 27 年度でも
ハエの捕獲数は育成舎と比較して極めて少数で、平成 28 年度では増減は観察されな
かった (図 16 小課題 1 28 年度)。

ハエ対策を実施中月に一度、搾乳牛全頭を対象として直腸便を採取し、mEC ブロスで増菌後、クロモアガー STEC を用い STEC を分離した。捕獲されたハエからも同様に STEC を分離した。分離した STEC の志賀毒素産生性を PCR で確認し、O 抗原と H 抗原を決定した。

- 搾乳牛とハエから分離されたすべての STEC 株は O26 H11 で Vtx1 遺伝子のみ保有していた。
- 搾乳牛からの O26 の毎月の分離率は 5 月に 66.7%に上昇した後減少に転じ、11 月には分離されなかった(図 17 小課題 1 28 年度)。
- ハエ対策実施前の平成 27 年 9 月と実施後の平成 28 年 9 月の搾乳牛からの STEC O26 の分離率を比較したところ、平成 27 年の 34.6% (9/26)から、平成 28 年の 4.3% (1/23)に有意 ($P<0.05$)に分離率は低下した (図 17 小課題 1 28 年度)。ハエ対策との因果関係は不明。
- 搾乳牛からの STEC O26 H11 の分離率が高い月にハエからも分離される傾向があった。牛の保菌率が高い季節に牛から排菌された STEC をハエが農場内に拡散している可能性が示唆された。(図 18 小課題 1 28 年度)

衛生害虫由来株の分子疫学解析を PFGE 法により実施した。比較対象は飼育場所のふき取り検査 (中課題 1 (1)) で分離された株を用いた(小課題 2 28 年度)。

- 衛生害虫によるサルモネラ伝播の可能性を検討するため、P-D 農場で採取したハエか

ら分離された *Salmonella* O4:i-と飼育動物（ふき取りスワブ）由来株を用いて PFGE 法により解析した。ハエ由来 3 株は、同一の遺伝子型（X9-B3）を示し、飼育動物（ふき取りスワブ）由来株の中に同一の PFGE 型を示す株が認められた。（図 19 小課題 2 28 年度）

- P-D 農場で採取したハエと飼育動物（ふき取りスワブ）から分離された *Campylobacter coli* の PFGE 像を用いて系統解析した結果、7 つの系統（SA～SG）に分けられた。ハエ由来 9 株は、SA（4 株）、SC（1 株）、SD（1 株）及び SE（3 株）に分類され、SA、SD 及び SE には飼育動物（ふき取りスワブ）由来株も存在した。（図 20 小課題 2 28 年度）
- 以上の成績から、ハエが保菌する *Salmonella* や *Campylobacter* は、飼育動物由来株と同一もしくは同系統群に分類され、食中毒菌の伝播に関与することが示唆された。

次に、環境整備、IGR 剤、殺虫剤等によるハエの防除対策を生産農場で実施し、作業性、経費及び対策の効果を検証するため、粘着シート型ハエ捕獲器による捕獲と、対策実施農場を対象に聞き取り調査を実施した(小課題 2 28 年度)。

- 実施した内容によりさまざまであるが、対策経費は、約 45000 円から 300000 円であった(図 21 小課題 2 28 年度)。
- ハエ対策は、6 農場全てで実施され、5 農場で幼虫・成虫対策が実施され、B-L 農場では IGR 剤のみ実施された。具体的には、B-E 農場では、IGR 剤、ピレスロイド系殺虫剤（ETB 剤）、ハエ取シート及び防虫ネット、C-B 農場では、IGR 剤とオルソ系殺虫剤（ゾール剤）、B-M,P-D 及び P-G 農場では IGR 剤とハエ取シートを用いた(図 21 小課題 2 28 年度)。
- 効果は、①全期間通して少量、②減少後、激増、③対策後増加の 3 パターンに分けられた。特に、対策後増加した農場（B-L）は、IGR 剤のみが実施されていた農場であった。その他の農場では幼虫・成虫対策が実施されたが、②パターン（減少後、激増）の農場では IGR 剤散布の追加散布が不足ことが要因であった。IGR 剤散布は、こまめに実施することが必要なため、労力を要するが、継続的に実施すれば効果的な方法である。①パターン（全期間通して少量）の農場は、一方は水洗式でもう一方はゾール剤消毒が継続的に実施され、ハエの発生源が極めて限られていたことが要因と考えられた(図 22 小課題 2 28 年度)。
- ネズミ対策、ハエ対策、環境整備、野生動物対策の重要性は多くの農場で理解され、過半数の農場が継続すると回答した。特に、環境整備と野生動物対策は新たに実施した全農場で継続すると回答した(図 23 小課題 2 28 年度)。
- アンケート結果を集計したところ、作業性は継続率に影響せず、対策経費は継続率に影響する部分要因であるが、対策効果が最も強く影響していた(図 24 小課題 2 28 年度)。

- 以上のことから、効果的な対策方法の確立が、生産者の継続意識を高めるために必須と考えられた。

図 15 ハエ対策後のサシバエとイエバエの毎月の捕獲数変化



図 16 平成 27 年度と平成 28 年度のハエの捕獲数の比較

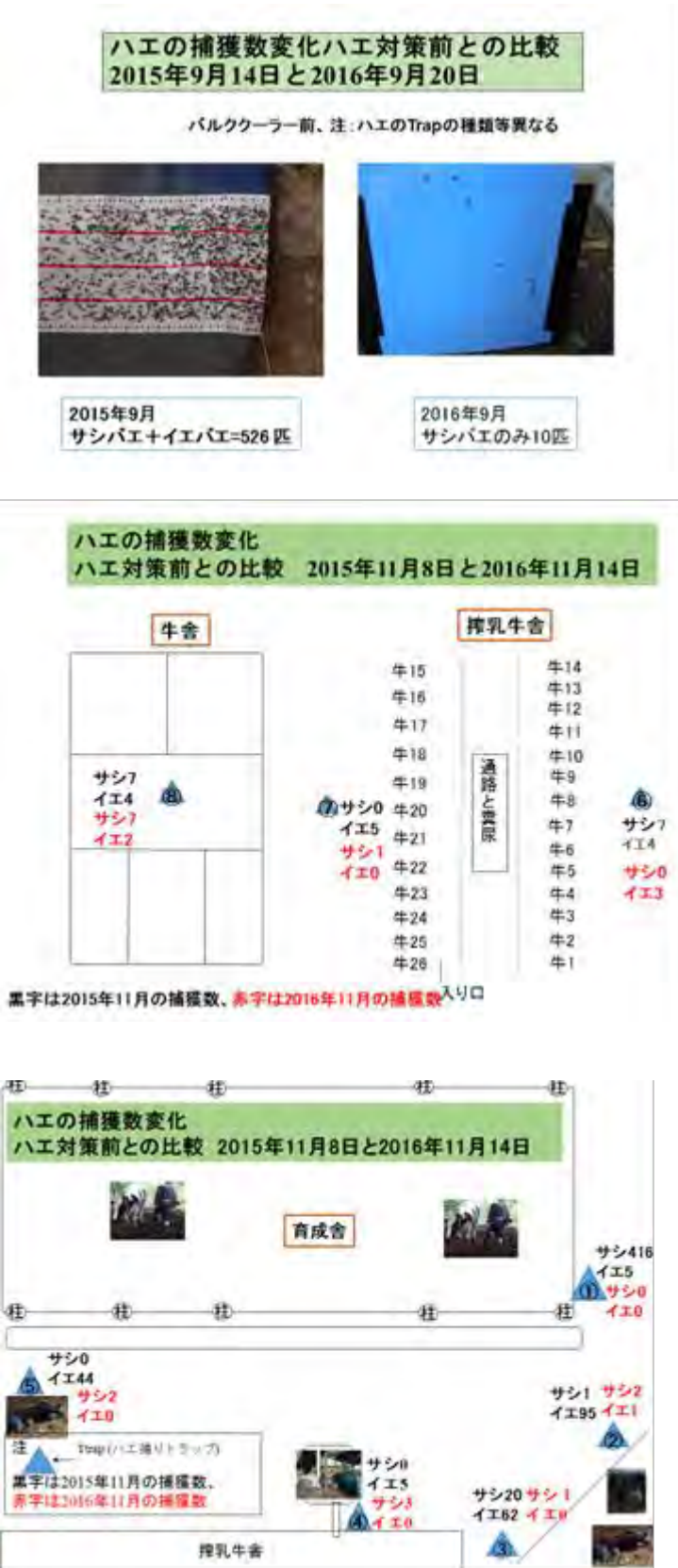


図 17 搾乳牛からの STEC O26 の毎月の分離率とハエ対策前後の分離率の変化

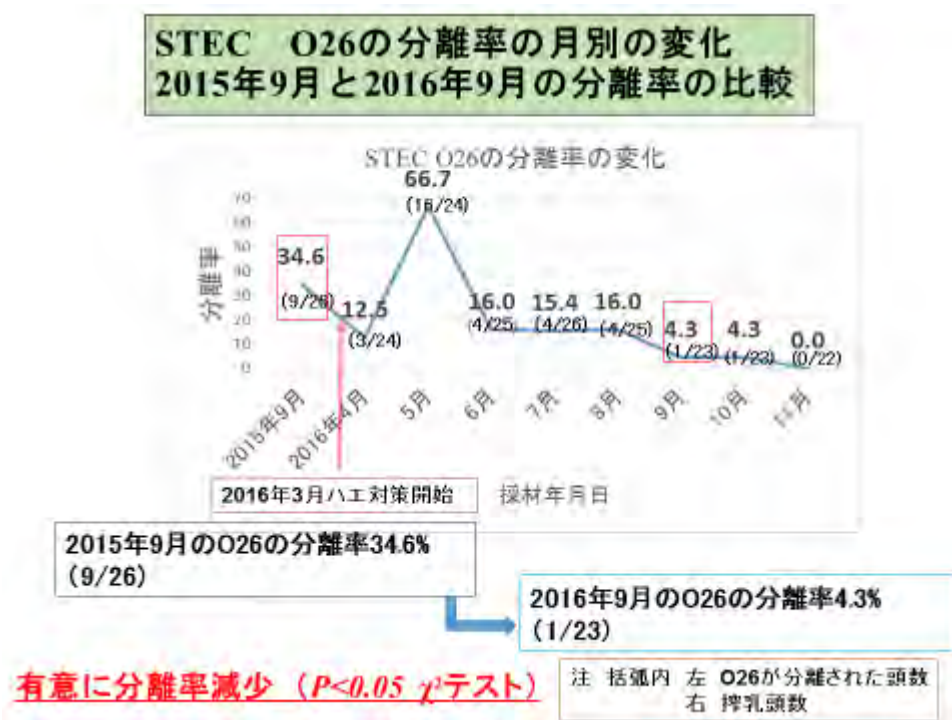


図 18 搾乳牛からの STEC O26 の毎月の分離率の変化とハエからの STEC の分離

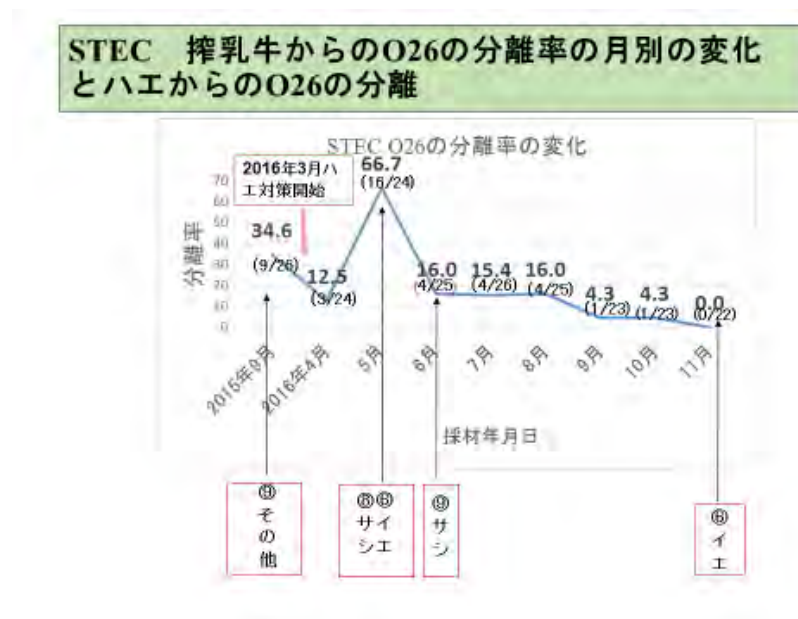


図 19

Xba1切断像とBln1切断像の組み合わせによる由来サンプル別の解析

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9
B1		外キツネ(1) スワブ(2)						スワブ(1)	
B2		外野鳥(1) ネズミ(1)							
B3		スワブ(1)					スワブ(1)		内ハエ(1) スワブ 外野生動物(1)
B4		スワブ(1)							
B5	スワブ(1)				スワブ(1)				
B6		スワブ(2)		スワブ(2)	内ネズミ(1) スワブ(3)				
B7	スワブ(2)	スワブ(2)							
B8		スワブ(1)							
B9			内アブ(1) 内ネズミ(1)						
B10									スワブ(1)
B11		スワブ(1)							
B12						内ネズミ(2)			

黄色枠付き: 畜舎スワブ由来株と野生動物で同じ遺伝子型の株

- ・ 畜舎外動物への汚染？
- ・ 畜舎外動物からの汚染？
- ・ 畜内昆虫と畜舎外動物の関連？
- ・ 畜内ネズミ・ハエによる畜舎間の拡散？

図 20

P-D農場で分離された*Campylobacter coli*を用いたSma1切断像による由来サンプル別の解析

系統群	亜群	株番号	対策後の月数	採材日	採材場所	材料	ウイルス	S. 04i-	
								SI	Xba1
I	SA	111	0	425416	鶏舎	ハエ6-2中型-3			
	SA	148	1	42576	鶏乳舎	床スワブ			
	SB	2	0	42501	鶏乳舎 6	床スワブ			
II	SD	3	0	42501	鶏乳舎 19	床スワブ	PCV2-2B		
	SD	5	0	42501	肉豚舎 1	床スワブ			
	SD	7	0	42501	肉豚舎 4	床スワブ			
	SD	147	1	42576	鶏乳舎	床スワブ			
	SD	159	1	42576	肉豚舎	床スワブ		X2	B2
	SE	8	0	42501	肉豚舎 8	床スワブ		X9	B10
	SE	22	0	42501	(下ストール) 中	床スワブ		X2	B7
	SE	116	0	4254118	鶏舎	ハエ18-1青銀色			
	SE	150	1	42576	肉豚舎	床スワブ		X2	B4
	SF	1	0	42501	鶏乳舎 0	床スワブ	PCV2-2B		
III	SF	4	0	42501	鶏乳舎 20	床スワブ	PCV2-2B		
IV	SG	146	1	42576	鶏乳舎	床スワブ			

図 21

防除対策に使用した資材

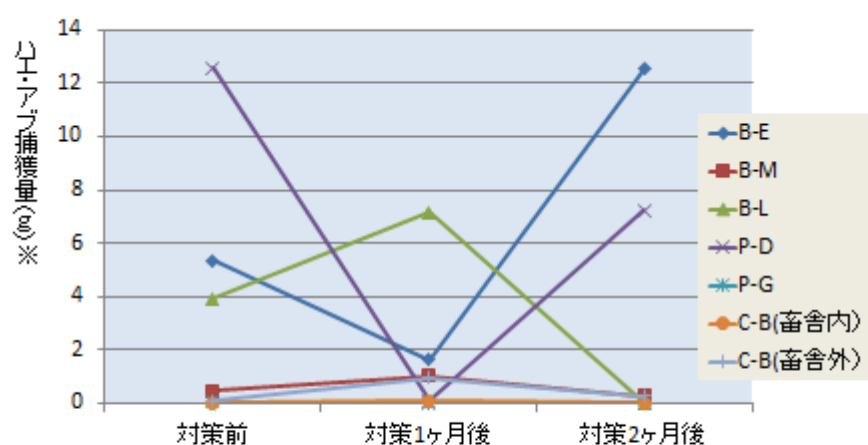
畜種	農場記号	対策費用	環境整備	ハエ対策	ネズミ対策	野生動物対策
肉用鶏	RS-C-B	167,400	ゾール剤 2缶	IGR剤 18袋		
肉用牛	RS-B-E	229,284	消石灰 10袋	IGR剤 1袋 ハエ取り紙 10セット ETB乳剤 1個 防虫ネット 1セット	ネズミ取りシート 3セット	
豚	RS-P-D	298,620	消石灰 10袋	IGR剤 5袋 ハエ取り紙 17セット	殺鼠剤A 20缶 殺鼠剤B 10袋	防鳥ネット 2セット カラス用ワイヤー 2セット
肉用牛	RS-B-L	48,600		IGR剤 10袋		
肉用牛	RS-B-M	45,252		IGR剤 2袋 ハエ取り紙 17セット	ネズミ取りシート 2.5セット	
豚	RS-P-G	45,252		IGR剤 2袋 ハエ取り紙 17セット	ネズミ取りシート 2.5セット	

防除対策に使用した資材

県保	畜種	農場記号	対策費用	環境整備	ハエ対策	ネズミ対策	野生動物対策
中央	肉用鶏	RS-C-B	167,400	ゼクトン 2缶	バイバック 18袋		
中漢	肉用牛	RS-B-E	229,284	消石灰 10袋	バイバック 1袋 スーパーキャッチ 10セット ETB乳剤 1個 防虫ネット 1セット	ネズミ取りシート 3セット	
	豚	RS-P-D	298,620	消石灰 10袋	バイバック 5袋 スーパーキャッチ 17セット	エンドックス 20缶 タングローデン 10袋	防鳥ネット 2セット カラス用ワイヤー 2セット
東漢	肉用牛	RS-B-L	48,600		バイバック 10袋		
飛騨	肉用牛	RS-B-M	45,252		バイバック 2袋 スーパーキャッチ 17セット	ネズミ取りシート 2.5セット	
	豚	RS-P-G	45,252		バイバック 2袋 スーパーキャッチ 17セット	ネズミ取りシート 2.5セット	

図 22

平成28年度 ハエ・アブ捕獲量(g)



※イエバエ1gは15m6連洗管の半分程度の体積、12gあるとトラップ2枚にすきまなくびっしり付着

- ハエ対策内容
- ・B-E: 幼虫 & 成虫対策 (IGR剤、ETB剤、ハエ取シート、防虫ネット)
 - ・C-B: 幼虫 & 成虫対策 (IGR剤、ゾール剤)
 - ・B-M, P-D, P-G: 幼虫 & 成虫対策 (IGR剤、ハエ取シート)
 - ・B-L: 幼虫対策のみ

図 23

アンケート結果の集計

区分	種類	農場数	効果	作業性	費用	継続性
ネズミ対策	殺鼠剤	2	有効2	概ね良好	普通2	100
ネズミ対策	ネズミ取りシート	3	有効1、無効2	良い	普通2、安い1	33
ネズミ対策 計						60.0
ハエ対策	IGR製剤	6	有効5、無効1	概ね良好	高い4、安い2	50
ハエ対策	殺虫剤	1	有効1	良好	安い	100
ハエ対策	捕虫シート	4	有効3、無効1	概ね良好	普通2、安い2	50.0
ハエ対策	防虫ネット	1	有効1	悪い	普通	100
ハエ対策 計						58.3
環境整備	消毒	3	有効3	良好	安い2、高い1	100
野生動物対策	ネット・ワイヤー	3	有効3	概ね悪い	安い3	100

- ・ ネズミ対策、ハエ対策、環境整備、野生動物対策の重要性は多くの農場で理解され、過半数の農場が継続すると回答した。
- ・ 特に、環境整備と野生動物対策は新たに実施した全農場で継続すると回答した。

図 24

防除対策の継続性への影響要因

	○ 有効-良い もしくは安い	継続率 (%)	△ 普通	継続率 (%)	× 無効-悪い もしくは高い	継続率 (%)
効果	19	84.2	0	-	4	0
作業性	17	64.7	2	100	3	100
コスト	11	81.8	7	71.4	5	40.0

継続率は、継続について「不明」とした回答は「しない」と判断した。

- ・ コストは継続率に影響する要因であるが、効果が最も影響する。
- ・ 作業性は、継続率に影響しない

3) 成果目標に対する達成状況

農場に生息する衛生害虫としてハエとガイマイゴミムシダマシを中心に調査を実施した。ハエが、サルモネラ、カンピロバクター及び STEC を保有することを明らかにした。そして、ハエ由来株が飼育動物由来株と同一の遺伝子型の株が分離され、感染環に関与する可能性を示した。一方、ガイマイゴミムシダマシは、調査した農場ではほとんど発生も見られず、食中毒菌の保有状況及び被害状況は不明であった。衛生害虫の対策状況については、平成 26 年度に実施したアンケートでは、約半数の農場で薬品や捕虫シートによりハエ対策が実施されていた。限られた規模のアンケート（平成 28 年度に資材を提供した農場）ではあるが、野生動物を含む防除対策については、作業性や対策経費より有効性が重要な要素であること示唆された。以上から、飼育動物での衛生害虫が媒介する食中毒菌の伝播防止を図る上で、衛生害虫が媒介する可能性と衛生害虫の効果的な防除方法を生産者に情報提供することが重要であることが示された。

最終年度に発生場所の衛生管理（消毒の実施や IGR 剤の散布）と発生した成虫の捕獲を徹底することにより、ハエが減少することが明らかとなった。また、効果的にハエ対策を行う上で、併用することが重要であることが示された。しかし、衛生害虫の対策による食中毒菌汚染低減効果については、飼育動物間の水平感染、1 農場で複数の遺伝子型の株による汚染や野生動物の保菌など、農場における食中毒菌の汚染は複雑な疫学背景があり、衛生害虫の防除のみでは十分な効果が得られないと考えられた。また、食中毒菌汚染低減及び家禽疾病の予防との関連については、協力先農場の都合により試験継続が困難で実施できなかった。

(4) 中課題 4（野生動物の侵入防止及び衛生害虫の駆除に関する経済分析）の研究成果

1) 工程管理及び成果目標

工程表
①野生動物の侵入防止及び衛生害虫の駆除に関する調査票の作成及び基礎情報の収集（小課題 1 関連）（平成 26 年度）
↓
②衛生対策実施に伴う経営情報の収集。（平成 27 年度）
↓
③調査データの解析。（平成 28 年度）
成果目標：野生動物の侵入防止及び衛生害虫の駆除に係るコストに関する調査を畜種別に実施し、対策導入によって得られる経済効果を明らかにする。

表記上の明確化を図るため成果目標を見直した。なお、見直しにあたっては、平成 28 年度第 2 回研究推進会議（平成 28 年 12 月 7 日開催）で研究課題運営チームと

合意済み。

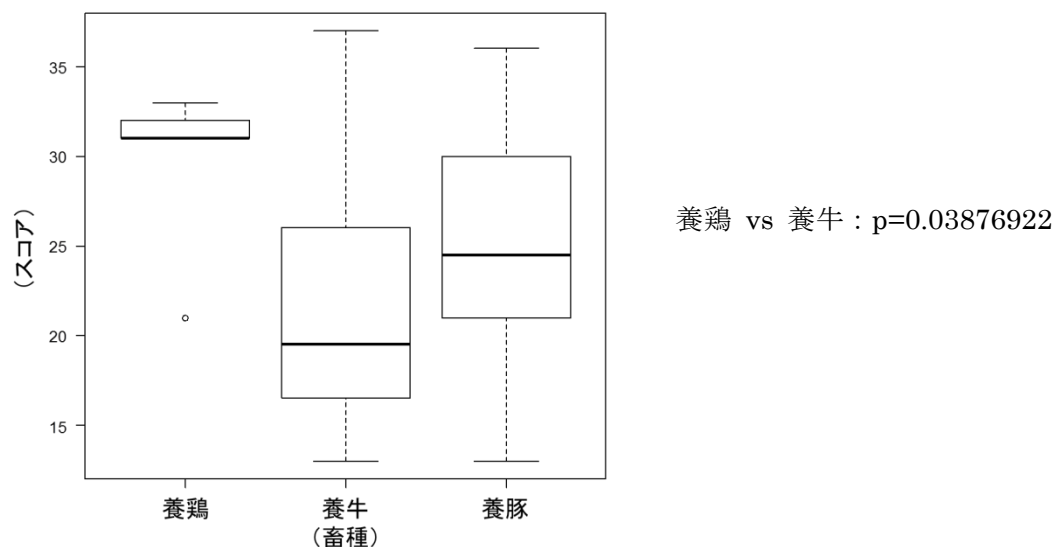
2) 各工程の進捗状況及び成果

【工程表の①】

養牛、養豚、及び養鶏農家、計 29 農家を対象に、農場内の衛生対策に関してアンケート調査を行った。その結果、衛生対策の実施は畜種ごとに異なる傾向が見られ、養鶏農家では衛生対策の導入、特に衛生害虫に対する対策の導入が他の畜種に比べ進んでいる傾向が認められた。一方で、養牛農家および養豚農家では衛生対策の導入にばらつきが大きかった（※1 26 年度）。

さらに、養鶏農家 1 農家を対象に入雛前、初生雛敷紙、鶏舎床・壁、及び鶏肉からのサルモネラ検出状況と生産性の関連性について分析を行った。その結果、有意ではないものの鶏舎からの病原体検出が生産性に影響を及ぼしている傾向が認められた（※2 26 年度）。この結果より、飼育中のサルモネラをコントロールすることの重要性が示唆された。

※1. 農場の衛生管理状況を項目ごとに数値化し集計したものを衛生対策のスコアとして畜種ごとに比較した結果



※2. 歩留率とサルモネラ検出状況

サルモネラ検出場所	p値
入雛前	0.888
初生雛敷紙	0.333
床・壁	0.0627
鶏個体	0.0703

【工程表の②】

アンケート調査については平成 26 年度のアンケート結果の解析を基に、新たに項目を再設定し、調査を 28 年度上半期までに終了した。

養鶏農家（1 戸・2 農場）から入手した歩留成績、食鳥検査記録、医薬品使用量に関するデータ 287 セットを用いて感染症による廃棄が経営に及ぼす影響について出荷時の歩留率に着目して評価した。もも及びむねの歩留率に各市場価格を乗じた値の和を目的変数、廃棄理由ごとの廃棄率を説明変数として一般化線形モデルを用いて解析した。出力時には出荷量に乗じて、1 日出荷価格への影響を算出した。市場価格には正肉の平成 25 年度平均市場価格を用いた。解析の結果、感染症による廃棄率が生産効率に影響を及ぼす可能性が示唆され、平均 1 回出荷量約 8,000 羽の出荷規模において感染症による廃棄が 1%増加することによる損失は、約 28 万円/日と推定された（※3 27 年度）。

さらに農場別にみると、A 農場（平均 1 回出荷量約 8,350 羽）における大腸菌症と B 農場（平均 1 回出荷量約 6,900 羽）におけるマレック病による廃棄が 1%増加することによる損失は、それぞれ約 16 万円と約 22 万円と推定された。このように、生産効率に影響を及ぼす疾患が異なることが示唆された（※4 27 年度）。また、農場間の差について、衛生管理状況の一つの指標として、医薬品使用状況を比較したところ、農場間で使用する種類・量が異なることが明らかになった（※5 27 年度）。



感染症の発生が農場の生産性に影響を及ぼし、それが衛生管理状況の差によってもたらされる可能性が示唆された（27 年度）。

※3 養鶏農家における廃棄理由ごとの生産効率への影響について

	推定値(円)	標準偏差(円)	t値	P値
感染症	-287079	54925	-5.227	3.38e-07 ***
腹水症	1396517	260120	5.369	1.67e-07 ***
全身性の炎症	-265153	197916	-1.340	0.181
消瘦	-699076	653125	-1.070	0.285
放血不良	500607	1302889	0.384	0.701
湯漬過度	-1322352	1189828	-1.111	0.267
全身性の出血	NA	NA	NA	NA
機械損傷	-4147511	2230582	-1.859	0.064
(感染症には、マレック病、大腸菌症、ブドウ球菌症、サルモネラ症を含む)				
***: P<0.001, **: P<0.01, *:P<0.05				

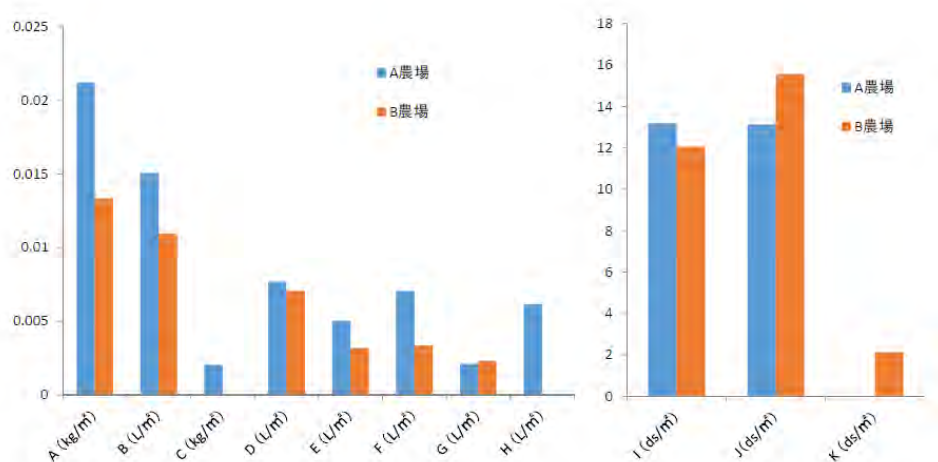
※4 農場別の廃棄理由ごとの生産効率への影響について

農場A(もも)	推定値(円)	標準偏差(円)	t値	P値
マレック病	-1321211	5232458	-0.253	0.80089
大腸菌症	-160498	48395	-3.316	0.00107 **
ブドウ球菌症	28673	310470	0.092	0.92650
サルモネラ症	NA	NA	NA	NA
***: P<0.001, **: P<0.01, *:P<0.05				

農場B(もも)	推定値(円)	標準偏差(円)	t値	P値
マレック病	-217971	69887	-3.119	0.00283 **
大腸菌症	16929	212467	0.080	0.93677
ブドウ球菌症	-277090	578939	-0.479	0.63401
サルモネラ症	4999780	21729429	0.230	0.81883

***: P<0.001, **: P<0.01, *: P<0.05

※5 農場別の医薬品使用状況



【工程表の③】

養牛農家 21 戸、養豚農家 37 戸、及び養鶏農家 8 戸の計 66 戸を対象にアンケート調査を実施し、衛生管理として人・車両に対する対策、衛生害虫・野生動物などに対する対策、飼育動物・飼育環境に対する対策について項目を設定し、農場・経営者の背景因子と共に情報を収集した。背景因子としては規模などの農場に関する項目、年齢などの経営者に関する項目、周辺の農場の有無などの飼育環境に関する項目を設定した。解析の結果、農場規模及び経営年数が農場の衛生対策に影響を及ぼす可能性が示唆された（※6 28年度）。これらの結果は、衛生対策指導を実施する際の重点農場の選定を行う上で有用な基盤情報になると考えられた。

実際に衛生状態が経営に及ぼす影響について、養鶏農家（1 戸・2 農場）から平成 25~27 年の食鳥検査記録、生産記録、及び出荷記録、合計 488 セットを入手し解析した。食鳥検査記録のうち、マレック病、大腸菌症、ブドウ球菌症、サルモネラ症、及び全身性の炎症により廃棄となった個体数を合計し感染症による廃棄として集計した。目的変数には育成

率及び生産指数を、説明変数には感染症による廃棄数を設定して一般化線形混合モデルを用いて解析した。感染症による廃棄数は四分位数を基にカテゴリー変数とした。その結果、感染症による廃棄は育成率にのみ有意な影響を及ぼすことが示された（※7 28年度）。育成率について廃棄数の影響を解析した結果、感染症による廃棄数の「多い」農場において対策を導入し少ない状態になった場合、育成率が94.1%から96.5%となり、育成率が2.4%改善（8,000羽規模の鶏舎の場合 約7.8万円）される可能性が示唆された（※8 28年度）。これらの結果から、感染症対策に経済的なメリットがある可能性が示唆された。

さらに、乳牛農家（1戸）を対象に衛生対策としてハエ対策を導入した農場（中課題3小課題1）における生産への影響を評価した。具体的には、各個体の乳量及び乳質（乳脂率、蛋白質率、無脂固形分率、及び体細胞数）に対するハエ対策導入の影響を一般化線形混合モデルで評価した。解析には、産次の影響を排除するために、データのうち各年の6~11月（介入実施期間）に2産であった個体の各月の生産データ（計126セット）を利用した。解析の結果、乳量について介入による有意な影響を及ぼす可能性が示唆され、介入により7.2 kg/日/頭（@100円とした場合 約700円）の乳量増加が見込まれる可能性が示唆された（※9及び10 28年度）。

以上の結果より、衛生害虫への対策を含む衛生対策の導入が畜産業における生産性への向上にも寄与する可能性が示唆された。

※6 衛生管理に有意な影響を及ぼす因子について

衛生管理項目	影響因子	p値
人・車両に対する対策		
車両消毒設備	飼養規模が大きいと導入	P<0.05
衛生害虫・野生動物に対する対策		
ネズミの発生	飼養規模が大きいと発生を確認	P<0.05
ペット・野良猫の出入り	飼養規模が大きいと出入りが少ない	P<0.01
飼育動物・飼育環境に対する対策		
飼料への抗菌剤の添加	飼養規模が大きいと使用頻度上昇	P<0.05
農場入口への石灰散布	経営年数が長いと散布頻度低下	P<0.05

※7 感染症による廃棄が与える影響について

	P値
育成率	0.00724
生産指数	0.120

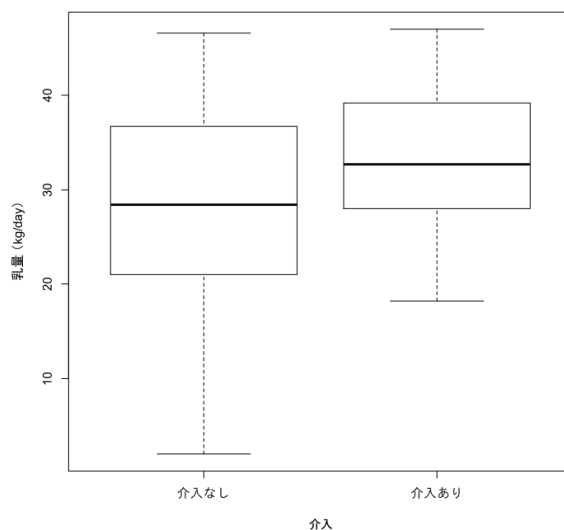
※8 感染症による廃棄が育成率に与える影響について

廃棄羽数	育成率(%)	p値
少ない(26羽以下)	96.5	
やや少ない(26-41羽)	96.3	p=0.645
やや多い(42-71羽)	95.8	p=0.127
多い(72羽以上)	94.1	p<0.01

※ 9 ハエ対策の導入が乳量及び乳質に与える影響について

	P値
乳量(kg/日)	0.0414
乳脂率(%)	0.748
蛋白質率(%)	0.864
無脂固形分率(%)	0.373
体細胞数(/1000個/mL)	0.817

※ 10 ハエ対策の導入に伴う乳量の変化



介入なしの推定乳量：27.9 kg/日、介入ありの推定乳量：35.1 kg/日

3) 成果目標に対する達成状況

中課題1より、野生動物の侵入防止及び衛生害虫の駆除は、新たな病原体の侵入を防止する上で重要な衛生対策であるが、農場内に常在する病原体の低減効果は農場ごとに異なる。また、中課題3より対策にかかるコストは、野生動物の種類やハエの発生状況が異なる家畜種により大きく影響する。本中課題での肉用鶏農場の解析により食中毒菌であるサルモネラと家畜疾病病原体である大腸菌症やマレック病の病原体の衛生対策は、利益の向上に重要であることが示唆された。その他の畜種においても感染症の発生が農場の生産性

に影響を及ぼし、衛生害虫への対策を含む衛生対策の導入が畜産業における経営力の向上に寄与する可能性が示唆された。

5 研究成果の発表（主要な論文、取得した（申請中）の特許等を記述）

別紙の（３）～（８）のとおり。

6 目的の達成に当たっての現時点での問題点等

野生動物の侵入防止策及び衛生害虫まん延防止策が普遍的に食中毒菌や家畜疾病病原体の汚染低減につながる証拠を得ることはできなかった。これは、細菌検査では増菌培養を実施し、ウイルス検査では PCR による定性的な検査を行ったため、量的変動を評価できなかったことが要因となった可能性も否定できない。しかし、食中毒菌や家畜疾病病原体の汚染低減に取り組むうえで、野生動物の侵入防止策及び衛生害虫まん延防止策とともにワクチン等を用いた総合的な衛生対策を実施する必要があること、定量的に評価できる評価系の併用が必要であることが考えられる。

今回利用したリアルタイム PCR は、コンベンショナル PCR や細菌検査との不一致があるが、多項目を多検体処理する上で有益な方法で、定量的な評価も可能な方法である。不一致の原因を究明して、今回のような衛生対策の実施による病原体の低減評価に利用できるものへ改良を加えていく必要がある。