

ハイヘルスは洗淨から

山本孝史 ((元)東京農業大学)

Yamamoto, K. (2014). High-health status pigs are produced through thorough washing

All about SWINE 45, 7-13

TPP 交渉によりわが国の養豚がどのような影響を受けるのか現時点では不透明であるが、これまでとは比較にならない厳しい国際競争に晒されることは間違いない。その際、飼料原料の大半を米国からの輸入に頼っているわが国の養豚は、外国産豚肉に価格で対抗することはとうてい不可能である。では、どのような対抗措置があるのだろうか？私は、消費者に絶対的な安心感を与えることのできる豚肉、あるいは超高品質な豚肉のいずれかであると考えている。後者は、イベリコ豚を原料とした生ハムが現地でも 1,000 円 / 100g を超えるにもかかわらず絶大な人気を持っていることから明らかであるが、このような高品質の豚肉生産を一朝一夕に達成することは不可能であろう。しかし消費者に絶対的な安心感を与える豚肉を生産することは、SPF 豚生産者にとっては比較的容易なことと考えられる。しかし現在 SPF 豚の SP (specific pathogen : 特定病原体) はトキソプラズマを除き全て豚固有の病原体であり、ヒトに疾病を起こす病原体は含まれていない。このことから一部の消費者からは、SPF 豚は生産者にはメリットがあるが、消費者には何の利点もないという意見が出されている。このような意見が出されるということは、SPF 豚肉が消費者に絶対的な安心感を与えていないということに他ならない。

したがって今後われわれは、「SPF 豚でなければ」と言われるような豚肉生産を目指さなければならない。このような豚肉は、きわめて健康な (ハイヘルス) 豚からしか生産することができない。私は究極のハイヘルスはサルモネラフリーであると考えている。既にヨーロッパの豚肉輸出国では、デンマークを嚆矢として養豚場のサルモネラ低減化に取り組んでいる。今こそ SPF 豚関係者は真剣にサルモネラフリーを目指したハイヘルス化に取り組まなければならない。

どのようにハイヘルス化するか

感染症は、1) 原因となる微生物 (感染源)、2) 感染する宿主、3) 原因微生物が宿主に感染するに至る経路の 3 つがなければ成立しないことから、これらを感染症の 3 要素と呼んでいる。従って感染症をなくすにはこれら 3 要素のどれか一つを完全になくせばいいことになる。口蹄疫のような伝染病の時には国家防疫として感染家畜はもちろん、疑いのある家畜も殺処分されるがこれは感染宿主をなくすためであり、殺処分した家畜を消却あるいは埋却するのは感染源をなくすためである。また感染経路を遮断するため家畜の移動が禁止される。一方、このような法定伝染病ではない感染症ではどのような対策がとられているかとい

うと、ワクチン、抗菌剤、日々の衛生管理であることは論を待たない。ワクチンは感染宿主に免疫を付与して感染を防ぐ、あるいは感染しても発症しないようにする、さらには発症しても軽症に経過するようにするためのものである。抗菌剤は宿主が感染微生物を排除し易くするように宿主に進入した微生物の増殖を抑制する。一方日々の衛生管理のうち、洗浄・消毒は感染微生物そのものをなくす、あるいはその量を少なくすると同時に感染経路を遮断するものであり、温湿度の適正化等の環境整備やストレスの軽減化は豚の生体防御能を正常に保つためのものである。これらの対策のうち、ワクチンは1:1の対応（一つのワクチンは一つの疾病に対してのみ有効）という限界があり、抗菌剤は細菌、それも薬剤ごとに特定の菌種に対してのみ有効という制約がある。しかし衛生管理は、微生物の種類を問わずあらゆる病原体に対して効果を発揮する。従ってハイヘルスを実現するには日々の衛生管理を徹底させることが必須であり、また最も近道である。

このようなことから、本稿では衛生管理のうち、感染源対策および感染経路の遮断の両方に有効な洗浄・消毒を実施する上で注意すべき点に関して改めて考察を加えたい。

各種消毒薬の殺菌効果

養豚場でよく用いられる消毒薬は、畜舎内では次亜塩素酸ソーダやポピドンヨードのようなハロゲン化合物、第4級アンモニウム塩のような界面活性剤、畜舎外では生石灰、消石灰のような強アルカリが主であり、以前は踏み込み消毒槽に汎用されていた石炭酸類のオルソ剤は、独特の臭気のためか敬遠される傾向にある。これらの消毒薬の

効力に影響する要因としては、微生物の種類と汚染の程度、消毒薬の濃度、作用温度、作用時間、pH、混入物、等が挙げられる。中でも養豚場は糞便等の有機物が多く存在する場所であるので、使用している消毒薬が有機物の混入の影響をどの程度受けるのか知っておくことが重要である。

消毒薬の有効性を石炭酸と比較した値を石炭酸係数というが、これは被検菌として黄色ブドウ球菌 (*Sa*) とサルモネラ (*Sal*) を用い、5分では死滅しないが10分で死滅する濃度の比で表される。本稿では被検菌は *Sa* と *Sal* の他にさらに大腸菌 (*Ec*) および芽胞菌として枯草菌 (*Bs*) を加えた4菌種、消毒薬の濃度は各消毒薬の常用濃度の下限とし、作用時間は5分、10分および最長24時間まで観察した。また作用温度は通常は25℃、特定の消毒薬についてはさらに15℃および5℃についても検討した。

1) 陽イオン界面活性剤の殺菌効果

表1に有機物として牛乳を用いた場合の陽イオン界面活性剤の殺菌効果を示した。牛乳非存在下の対照では、各菌種とも10万個を越える菌が5分後にはほとんど0になったのに対して、牛乳が2.5%存在するとグラム陰性菌 (*Sal* および *Ec*) には全く殺菌作用を示さなくなり、グラム陽性菌 (*Sa* および *Bs*) に対する殺菌作用も著しく低下した。

2) 塩素系消毒薬の殺菌効果

表2は次亜塩素酸ナトリウムの、表3は複合塩素系消毒薬の殺菌効果を示した。複合塩素系消毒薬は、次亜塩素酸ナトリウムに水酸化カルシウムと炭酸ナトリウムを加えて安定化させたものである。両者とも有機物存在下では10分間では無効であったが、24時間後には殺菌作用を示した。

表1 陽イオン界面活性剤の有機物存在下における殺菌効果¹⁾

菌種 ²⁾	菌数 ³⁾	2.5%牛乳存在下の作用時間			牛乳無添加対照の作用時間		
		5分	10分	24時間	5分	10分	24時間
<i>Sa</i>	9.0x10 ⁵	0	1+	2+	4+	4+	4+
<i>Bs</i>	8.0x10 ⁵	2+	2+	3+	3+	3	4+
<i>Ec</i>	3.4x10 ⁵	0	0	0	4+	4+	4+
<i>Sal</i>	3.7x10 ⁵	0	0	0	4+	4+	4+

- 1) 殺菌効果は生残菌数の減少率 (R) により下記のように判定した。
 0 : R > 1/100, 1+ : 1/100 ≥ R > 1/1,000, 2+ : 1/1,000 ≥ R > 1/10,000
 3+ : 1/10,000 ≥ R > 1/100,000, 4+ : 1/100,000 ≥ R
- 2) *Sa* : 黄色ブドウ球菌, *Bs* : 枯草菌, *Ec* : 大腸菌, *Sa* : サルモネラ
- 3) 被検液 0.1ml に含まれている菌数

表2 次亜塩素酸ナトリウムの有機物存在下における殺菌効果¹⁾

菌種 ²⁾	菌数 ³⁾	2.5%牛乳存在下の作用時間			牛乳無添加対照の作用時間		
		5分	10分	24時間	5分	10分	24時間
<i>Sa</i>	9.0x10 ⁵	0	0	4+	4+	4+	4+
<i>Bs</i>	8.0x10 ⁵	0	0	4+	4+	4+	4+
<i>Ec</i>	3.4x10 ⁵	0	1+	4+	4+	4+	4+
<i>Sal</i>	3.7x10 ⁵	0	1+	4+	4+	4+	4+

1), 2), 3) : 表1に同じ

表3 複合塩素剤の有機物存在下における殺菌効果¹⁾

菌種 ²⁾	菌数 ³⁾	10%牛乳存在下の作用時間			牛乳無添加対照の作用時間		
		5分	10分	24時間	5分	10分	24時間
<i>Sa</i>	9.0x10 ⁵	0	0	4+	4+	4+	4+
<i>Bs</i>	8.0x10 ⁵	2+	2+	3+	2+	3+	4+
<i>Ec</i>	3.4x10 ⁵	0	0	4+	4+	4+	4+
<i>Sal</i>	3.7x10 ⁵	0	1+	4+	4+	4+	4+

1), 2), 3) : 表1に同じ

この際有機物の影響の程度は両者で異なり、次亜塩素酸ナトリウムが2.5%の牛乳で影響を受けたのに対して、複合塩素系消毒薬は5%では無添加と同等の殺菌作用を示し、10%で影響を受けた。

3) 複合オルソ剤系消毒薬の殺菌効果

本消毒薬はグラム陽性菌に対する殺菌作用は弱い、グラム陰性菌に対するそれは強く、10%牛

乳存在下でも10分後には10万個を越える*Sal*および*Ec*が1,000個以下になった(表4)。

4) ヨード系消毒薬の殺菌効果

ポピドンヨードは常用濃度の下限では有機物の影響を大変受けやすく、0.5%牛乳存在下で消毒効果はほとんど認められなかった(表5)。

表4 オルソ剤の有機物存在下における殺菌効果¹⁾

菌種 ²⁾	菌数 ³⁾	10%牛乳存在下の作用時間			牛乳無添加対照の作用時間		
		5分	10分	24時間	5分	10分	24時間
Sa	1.9x10 ⁵	0	0	1+	0	2+	4+
Bs	1.1x10 ⁵	2+	2+	2+	2+	2+	2+
Ec	4.8x10 ⁵	0	2+	4+	4+	4+	4+
Sal	4.8x10 ⁵	0	2+	3+	4+	4+	4+

1), 2), 3) : 表1に同じ

表5 ポピドンヨードの有機物存在下における殺菌効果¹⁾

菌種 ²⁾	菌数 ³⁾	0.5%牛乳存在下の作用時間			牛乳無添加対照の作用時間		
		5分	10分	24時間	5分	10分	24時間
Sa	5.8x10 ⁶	0	0	0	4+	4+	4+
Bs	8.2x10 ⁵	0	0	0	4+	4+	4+
Ec	3.6x10 ⁶	0	0	0	4+	4+	4+
Sal	4.0x10 ⁶	0	0	0	4+	4+	4+

1), 2), 3) : 表1に同じ

5) 豚糞便中の細菌に対する各種消毒薬の殺菌効果
踏み込み消毒槽は糞便の混入が避けられないことから、豚糞便中の細菌に対する各種消毒薬の殺菌作用を検討した。供試した消毒薬は、踏み込み消毒槽によく用いられている陽イオン界面活性剤、塩素系消毒薬およびオルソ剤とした。各種消毒薬を常用濃度の下限に設定し、豚糞便を10% (重量%) に添加して10分、1, 2および4時間後の菌数を測定した。その結果、消毒薬無添加の対照では54～200万個/0.1 mlの細菌が検出されたのに対して、陽イオン界面活性剤では対照と同程度の菌数であり殺菌効果は認められなかったが、次亜塩素酸ナトリウムでは対照の1/10～1/100、複合塩素系消毒薬では1/100～1/1,000、複合オルソ剤では約1/1,000に低下していた(表6)。豚糞便中の細菌数を最も低下させたオルソ剤について生残した細菌を調べるとグラム陽性菌で

あったので、豚糞便存在下におけるグラム陽性菌および陰性菌に対するオルソ剤の殺菌効果を調べた。すなわち、下限濃度のオルソ剤(1:240)に121C加熱滅菌した豚糞便10%を添加した液に、Sa, Bs, Sal, Ecを接種して殺菌効果をみた。この際、温度の影響をみるため作用温度を25, 15および5℃に設定して比較した。その結果SalおよびEcの陰性菌は、各温度において5分後には10万分の1以下に減少した(表7)。しかし、陽性菌のうちSaに対しては下限濃度(1:240)では温度の低下とともに殺菌効果は低下し、5℃においても5分後に10万分の1以下に減少させるには4倍の濃度(1:60)を要した。さらに芽胞菌であるBsに対する殺菌効果はさらに弱く、8倍濃度(1:30)を用いても1/100～1/1,000の菌が生残した。

表6 各種消毒剤の豚糞便中の細菌に対する殺菌効果¹⁾

消毒剤	作用時間			
	10分	1時間	2時間	4時間
陽イオン界面活性剤	0	0	0	0
次亜塩素酸ナトリウム	1+	1+	1+	1+
複合塩素剤	1+ ~ 2+	1+ ~ 2+	1+ ~ 2+	1+ ~ 2+
複合オルソ剤	2+	2+	2+	2+
対 照	5.4x10 ⁵ ~ 2x10 ⁶			

1) : 常用濃度の下限に調製した各消毒薬に豚糞便を10%添加して菌数を測定し、表1と同様に判定した。

表7 各種温度における複合オルソ剤の有機物存在下における殺菌効果 (1)¹⁾

消毒薬濃度	菌種 ²⁾	菌数 ³⁾	温度	糞便濃度 (%)	作用時間			
					5分	10分	1時間	24時間
1:240	<i>Ec</i>	3.1x10 ⁶	25	0	4+	4+	4+	4+
				10	4+	4+	4+	4+
		2.3x10 ⁶	15	0	4+	4+	4+	4+
				10	4+	4+	4+	4+
		3.9x10 ⁶	5	0	4+	4+	4+	4+
				10	4+	4+	4+	4+
	<i>Sal</i>	3.6x10 ⁶	25	0	4+	4+	4+	4+
				10	4+	4+	4+	4+
		3.5x10 ⁶	15	0	4+	4+	4+	4+
				10	4+	4+	4+	4+
		3.0x10 ⁶	5	0	4+	4+	4+	4+
				10	4+	4+	4+	4+

1), 2), 3) : 表1に同じ

6) 噴霧消毒剤としてのポピドンヨードの検討

ポピドンヨードは、ヨウ素をグリシンと複合させることによりヨウ素の安定化を図るとともに金属腐食、環境への悪影響を少なくしたものであり畜産現場で噴霧消毒剤として広く用いられている。しかし、表5に示したように有機物の影響をきわめて受けやすく、常用濃度の下限(1:2,000)ではわずか0.5%牛乳存在下で殺菌力はほとんどなくなってしまった。そこで、使用濃度、殺菌効果に影響を及ぼす有機物濃度および温度の関係を

調べたところ、使用濃度を2倍の1:1,000にすると、*Sa*では有機物が2%存在しても殺菌効果の低下は認められなくなった。*Ec*と*Sal*は、有機物1%存在下では影響を受けなかったが、2%では殺菌力は低下し、その影響は低温ほどより顕著であった。1:500では、有機物2%存在下、5°Cでも殺菌力の低下は認められなかった。*Bs*では、1:500においても有機物と温度の影響を強く受け、15°Cでは有機物濃度1%、5°Cでは有機物が0.5%存在すると殺菌力は低下した。*Sal*の例を表9に

表8 各種温度における複合オルソ剤の有機物存在下における殺菌効果 (2)¹⁾

消毒薬濃度	菌種 ²⁾	菌数 ³⁾	温度	糞便濃度 (%)	作用時間			
					5分	10分	1時間	24時間
1:240	Sa	7.2x10 ⁶	25	0	4+	4+	4+	4+
				10	2+	3+	4+	4+
		6.0x10 ⁶	15	0	4+	4+	4+	4+
				10	0	0	1+	3+
		3.6x10 ⁶	5	0	4+	4+	4+	4+
				10	1+	1+	1+	2+
1:60	Sa	4.8x10 ⁶	25	0	4+	4+	4+	4+
				10	4+	4+	4+	4+
		6.3x10 ⁶	15	0	4+	4+	4+	4+
				10	4+	4+	4+	4+
		7.1x10 ⁶	5	0	4+	4+	4+	4+
				10	4+	4+	4+	4+
1:30	Bs	2.5x10 ⁶	25	0	2+	2+	2+	2+
				10	2+	2+	2+	2+
		2.2x10 ⁶	15	0	2+	2+	2+	2+
				10	2+	2+	2+	2+
		1.3x10 ⁷	5	0	3+	3+	3+	3+
				10	3+	3+	3+	3+

1), 2), 3) : 表1に同じ

示した。

消毒よりも洗浄

以上の成績より消毒薬がいかに有機物の影響を受けるかということが改めて認識された。有機物が残存している状態で消毒をしても全く効果は期待できないということを常に念頭に置かなければならないということである。サルモネラに限らず豚流行性下痢を含め腸管感染症の予防には、病原体を豚舎内に持ち込まないことがきわめて重要であり、そのためには踏み込み消毒槽が最大の武器になる。しかし消毒効果を得るには消毒槽に入る前に長靴に付着した汚物は完全に除去しておかなければならないことを本稿のデータは示してい

る。そのためには、踏み込み消毒槽の手前に長靴の洗い場があるのが理想であるが、それが無い場合には踏み込み槽を二つ設置して手前の踏み込み槽には水だけを入れておき、ここでよく汚物を除去してから奥の消毒槽に入るようにすることを提案したいと考えている。Van der Wolf (2001) らはサルモネラを低減させる飼養管理方法を明らかにする目的で、353項目の飼養管理方法についてサルモネラ陽性率を比較したところ、豚舎を高圧洗浄後、消毒しない農場の方が消毒をする農場よりも陽性率が低いという事実を見いだした。彼はその理由として、消毒を実施する農場では、消毒効果に期待して洗浄がおろそかになっていたのではないかと考察している。この論文は、消毒薬を

表9 各種温度におけるポピドンヨードの有機物存在下における殺菌効果¹⁾

消毒薬濃度	菌種 ²⁾	菌数 ³⁾	温度	牛乳濃度 (%)	作用時間						
					5分	10分	1時間	24時間			
1:2000	<i>Sal</i>	4.0x10 ⁶	25	0	4+	4+	4+	4+			
				0.5	0	0	0	0			
			15	0	4+	4+	4+	4+			
				0.5	0	0	0	0			
			5	0	4+	4+	4+	4+			
				0.5	0	0	0	0			
			1:1000	<i>Sal</i>	4.6x10 ⁶	25	0	4+	4+	4+	4+
							2	2+	4+	4+	4+
4.2x10 ⁶	15	0			4+	4+	4+	4+			
		2			2+	2+	2+	2+			
3.9x10 ⁶	5	0			4+	4+	4+	4+			
		2			1+	1+	2+	2+			
1:500	<i>Sal</i>	2.9x10 ⁶			25	0	4+	4+	4+	4+	
						2	4+	4+	4+	4+	
		4.6x10 ⁶	15	0	4+	4+	4+	4+			
				2	4+	4+	4+	4+			
		1.7x10 ⁶	5	0	4+	4+	4+	4+			
				2	3+	4+	4+	4+			

1), 2), 3) : 表1に同じ

用いても有機物が付着していれば消毒効果は全く期待できないということを、多数の農場を対象とした調査から、サルモネラの陽性率という形で実際に証明した点で大変興味深い。繰り返しになるが、洗浄により有機物を取り除いておかなければ、消毒しても全く無意味なのである。

おわりに

前述したように、われわれは消費者に「SPF豚でなければ」と言われるような豚肉生産を目指さなければならない。そのためには究極のハイヘルス豚であるサルモネラフリー実現に向けた取り

組みを早急に開始する必要がある。究極のハイヘルス豚は日々の地道な衛生管理からのみ実現される。消毒薬の限界を知って洗浄の重要性を改めて認識したいものである。

参考文献

Van der Wolf, P. J. et al. (2001). Herd level husbandry factors associated with the serological *Salmonella* prevalence in finishing pig herds in The Netherlands. *Vet. Microbiol.*, 78, 205-219.