

牛異常産ワクチンの効果的かつ経済的なワクチンプログラムの検討（第1報）

足立 全¹⁾、加地紀之、新井伸雄、白石忠昭

1)現 益田大動物診療所

要約

牛のウイルス性異常産の発生・流行に関する影響について検討したところ、10%の異常産が生じた（7%異常産増）場合、県下で450,000千円の損失になることが伺われ、心理的な影響も大きいものと推察された。これらの問題の対応策として、野外における牛異常産3種混合不活化ワクチン（3混ワクチン）の効果持続期間を判定し、効果的かつ経済的なワクチンプログラムの検討を行った。3混ワクチンを毎年接種すると、同時期の抗体価は累積的に上昇した。2年連続3混ワクチンを接種すると、数年間抗体価が持続すると思われ、3年目の3混ワクチン接種は不要なことが伺われた。初年度のみ3混ワクチン接種（1回接種、2回接種）では、1年後に抗体価は低下し、2年目は感染防御できないことが伺われた。これらの成績より、3混ワクチンの効果的かつ経済的なワクチンプログラムとして、初年度2回接種、翌年1回接種、以降隔年接種のワクチンプログラムが考えられた。

----- 島根県立家畜衛生研究所報 第11号, 68 ~ 71 (2006)

アカバネウイルスなどのアルボウイルスによって引き起こされる牛の異常産は、養牛経営において大きな問題であり、ひとたびこれらウイルスが流行するとその被害は甚大なものとなる。これらの異常産を防除するため、島根県内では、以前より繁殖母牛を中心にアカバネ病生ワクチンが接種されてきており、高い接種率を維持してきた。しかし、平成10年に本県においてもアイノウイルスによる異常産の発生が初めて確認され、アイノウイルスに対するワクチン接種の必要性から牛異常産3種混合不活化ワクチン（3混ワクチン）への移行が図られ、平成15年度には県内ほぼ全域で3混ワクチンに変更された。また、平成14年度まで家畜保健衛生所により異常産ワクチンの接種が実施されていたが、平成15年度から家畜診療所をはじめとする自衛防疫獣医師へその接種業務が移行した。このような状況下で、ワクチン接種率の維持または拡大を図るためには、いくつかの問題点が上げられ、その対策が必要と考えられたことから、3混ワクチンの効果的かつ経済的接種プログラムについて若干の検討を行ったので、その概要を報告する。

異常産発生による影響と3混ワクチン接種に関わる問題点

牛のウイルス性異常産が発生・流行した場合の県内における影響と3混ワクチン接種に関わる問題点について検討を行った。

1) 経済的影響

アルボウイルスが流行した場合、異常産発生率は10%を超えることが知られている。通常（ウイルス非流行期）の異常産発生率は3%程度であり、仮にウイルス流行により異常産発生率が10%に達したとすると、7%分が損失と考えられる。平成14年度の県内子牛生産頭数は7,620頭であり、この7%は533頭に相当する。平成15年9月の島根県中央家畜市場の平均子牛価格が367千円/頭であったことから、533頭分の価格を計算すると196,000千円となり、異常産による損失とみることができる。また、乳用牛では、年間約7,000頭の子牛生産されており、この7%は490頭になる。平成15年9月の乳牛取引価格は雄子牛で平均35千円/頭、雌成牛（北海道導入）で500千円/頭であることから、雌雄構成比を50%と仮定した上で損失を

計算すると雌で 500 千円 × 490 頭/2 = 123,000 千円、雄で 35 千 × 490 頭/2 = 8,570 千円となる。乳用牛の場合は、異常産に基づく乳量の減少もみられることから、その減少量の平均を産乳量の 30% とすると、平成 14 年度県内生乳生産量が 65,581t で、この 7% 分（異常産母牛分）は 4,590t となり、30% 減少分は 1,377t となる。乳価を 90 円/kg とすると、124,000 千円の損失となる。乳用牛全体の損失は、255,570 千円となり、肉用牛分を合わせると合計で 451,570 千円という多額の損失となる。（表 1）

表 1 . 異常産による影響

経済的影響

H14 年度県内子牛（黒毛和種）生産頭数：7,620 頭
 島根中央市場平均子牛（"）価格：36.7 万円(H15.9)
 乳用成牛飼養頭数(産子数予測)：8,600 頭(約 7,000 頭)
 乳牛雄子牛（肥育用素牛）：3.5 万/頭(H15.9)
 乳牛雌成牛（北海道導入）：50 万/頭(H15.9)

ウイルスが流行し、異常産発生率が 10% 達したとすると・・・

肉用牛（黒毛和種）36.7 万円(平均子牛価格) × 533 頭
 (生産頭数 × 異常産増加分 7%) = 1.96 億
 乳用牛 雌 50 万 × 245 頭(生産頭数 ÷ 2 × 7%) = 1.23 億
 雄 3.5 万 × 245 頭(") = 857 万
 異常産に伴う乳量減少（平均 30% 減）= 約 1.24 億
 = 約 4.5 億円の損失

2) 心理的影響

県内の繁殖と牛経営は、5 頭未満の少頭数飼養農家が多く、また高齢化が進んでいる。このような農場において異常産が発生した場合、子牛販売ができないことから、実質 2 年間あまりその母牛については収入がないことになる。また、後継牛の確保が困難になることなどから、飼養意欲が減退し、繁殖経営を廃業してしまう事例も見られている。これらのことから、農家戸数および飼養頭数が減少し、これに伴う子牛生産のさらなる減少が認められる。（表 2）

表 2 . 異常産による影響

精神的（心理的）影響

少頭数飼養 高齢農家で異常産発生

飼養意欲の低下

- ・ 2 年間子牛販売による収入無し
- ・ 後継牛の確保困難 などの理由により

離農（繁殖経営）

畜産農家戸数および飼養頭数の減少
 子牛生産減 ブランド化への妨げ

3) 3 混ワクチン接種に関わる問題点

3 混ワクチンを毎年接種するには、2 つの大きな問題があげられる。1 つは、3 混ワクチンはアカバネ病生ワクチンより高価であり、また、不活化ワクチンで初年度 2 回接種が必要であることから農家の経済的負担が大きいことである。2 つ目は、ワクチン接種に要する時間と労力の問題である。家畜保健衛生所が接種していた平成 14 年を参考にすると、4 月から 7 月に県下でのべ約 400 人がワクチン接種に必要であることが分かる。これらの問題点に対する対策として、ワクチン効果の持続期間を判定し、ワクチン接種回数を減らすことが考えられるが、ある程度の規模の牛群を継続的に採血することが困難であったり、自然感染の影響によりワクチン効果のみの判定が困難なことなどから、3 混ワクチン効果の持続期間に関する野外データはほとんど見あたらない。（表 3）

表 3 . 3 混ワクチン接種かかわる問題点

毎年接種による

- 1) 価格の問題（2,000 円/回と高価）
- 2) ワクチン接種に要する時間の問題（4 月～7 月：県下で約 400 人役（防疫員のみ））

対策

ワクチン効果の持続期間判定 ワクチン接種回数を減らす

3 混ワクチン効果の持続期間に関する野外データほとんど無い

ある程度の規模の牛群の継続的な採血困難
 自然感染（流行）の影響によりワクチン効果のみの判定困難

材料および方法

平成 12 年から 16 年の毎年 4 月、その年の 3 混ワクチン接種前に、島根県立畜産試験場繋養牛のべ頭数 350 頭を採血し、アカバネウイルス(AKA)、アイノウイルス(AIN)、チュウザンウイルス(KAS)、イバラキウイルス(IBA)、牛伝染性鼻気管炎ウイルス(IBR)、牛ウイルス性下痢症ウイルス(BVD)およびパラインフルエンザウイルス 3 型(PI3) に対する抗体を、AKA、AIN、KAS、IBA については HmLu-1 細胞を、IBR および BVD、PI3 については MDBK-SY 細胞を用い、マイクロタイター法により中和抗体価

を測定した。(表4)

表4. 材料および方法

検査対象：畜産試験場繁殖技術科繋養牛 のべ350頭

平成12年4月 43頭

13年4月 88頭

14年4月 70頭

15年4月 80頭

16年4月 69頭

検査項目：アカバネ(AKA)、アイノ(AIN)、チュウザン(KAS)
バクシ(IBA)、IBR、BVD、パラインフルエンザ3(PI3)

検査方法：中和試験 (HmLu1細胞、MDBK-SY細胞使用)

ワクチン効果の判定にかかわるデータについて、以下の基準により評価した。(表5) 異常産ウイルスのサーベイランスにより、平成10年から11年および平成16年から17年にかけてAKAの流行を県内で確認しており、また平成10年までは単身生ワクチンを接種していたことから、AKA抗体価を3混ワクチン効果のみの判定には利用しがたいと思われる。3混ワクチンにより誘導される抗体価は、メーカーパンフレットによるとAKA = AIN < KASとなり、その抗体価の消長は同様な傾向を示すことから、アカバネ、アイノウイルスに比べ高い抗体価が誘導され、その持続期間が長いチュウザンウイルス抗体価は、3混ワクチン効果の持続判定には適さないと判断した。(表6) アイノウイルスについては、平成14年から15年にかけて県内で流行を確認したが、平成11年から14年のデータは自然感染の影響を受けていないことから、今回の3混ワクチン効果の評価にはアイノウイルスに対する抗体価を用いた。

表5. ワクチン効果判定に関わるデータの評価

3種混合ワクチン H11年から接種

アカバネ：H10~H11にかけて県内で流行

H10年まで単身生ワクチン接種

⇒ 3種混合ワクチンのみの効果判定困難

抗体価：アカバネ = アイノ < チュウザン

抗体の消長は3種とも同様な傾向(メーカーより)

アイノ：H14~15にかけて県内で流行(H14秋まで流行なし)

(H11~H14のデータは自然感染の影響を受けていない)

アイノ抗体価で3種混ワクチンの効果を評価可能

表6. 3混ワクチンの抗体応答

1) アカバネウイルス中和抗体価										
牛No.	中和抗体価(注射後の月数)									
	0	1	2	3	4	5	6	13	14	
234	<2	2	16	8	4	2	2	<2	32	
235	<2	2	32	16	8	4	2	<2	32	

2) アイノウイルス中和抗体価										
牛No.	中和抗体価(注射後)									
	0	1	2	3	4	5	6	13	14	
234	<2	2	16	8	8	4	2	<2	32	
235	<2	2	32	16	8	2	2	<2	16	

3) チュウザンウイルス中和抗体価										
牛No.	中和抗体価(注射後)									
	0	1	2	3	4	5	6	13	14	
234	<2	16	256	128	64	64	64	32	512	
235	<2	16	128	64	64	64	32	16	256	

: ワクチン接種

(メーカーパンフレットより)

感染防御
中和抗体価が
2倍あれば可能

16倍以上
あれば、その
後半期間は
防御可能

成績

3混ワクチン接種歴と抗体価の推移を見ると、3混ワクチン接種歴1年(初年度2回接種、翌年4月ワクチン接種前に採血)の抗体価の幾何平均(GM)は3.5倍、接種歴2年(初年度2回接種、翌年1回接種)の抗体価のGMは13.8倍、同様にワクチン接種歴3年で、GM19.9倍、ワクチン接種歴4年でGM29.6倍を示し、抗体価は累積的に上昇していた。(図1)

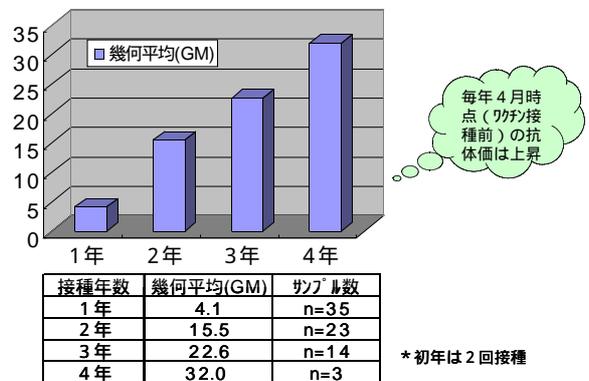


図1. ワクチン接種年数別抗体価の比較

平成11年に初年度2回、12年(2年目)に1回と2年連続で3混ワクチンを接種した後、平成13年(3年目)から14年(4年目)の2年間ワクチン未接種であった個体の抗体価の推移をみると、3年目の4月には32倍から128倍の抗体価を示し、その後平成15年(5年目)まで抗体価を持続してい

た。(表7)

表7. 2年接種後2年未接種個体の抗体価の推移

	H11年	H12年	H13年	H14年	H15年
ワクチン					
個体No.	抗体価				
T2	NT	<2	128	64	32
T7	NT	8	32	64	16
T10	NT	16	32	16	16

NT: 検査せず

2年接種(初年2回・
次年1回)のみで、
その後3年間は効果持続

初年度のみ接種による抗体価の推移は、2回接種、1回接種ともに、翌年4月の抗体価は2倍以下を示す個体が多く、初年度のみ接種では、2年目以降の感染防御には不十分であることが伺われた。(表8)

表8. 1年のみ接種(1or2回)での抗体価の推移

	H13年	H14年	H15年
ワクチン			(2回接種)
個体No.	抗体価		
T18	NT	<2	32
T16	NT	<2	16
T19	NT	4	16
T21	NT	<2	<2
D73	NT	8	4
T22	NT	<2	<2
T24	NT	<2	32

アイノウイルス
の流行
H15年成績は
自然感染の影響
を受ける

	H13年	H14年	H15年
ワクチン			(1回接種)
個体No.	抗体価		
D67	NT	2	32
T9	NT	<2	<2
T17	NT	<2	64

1年のみ接種では、
1年後まで抗体価が持続
しない個体多い
(メーカバツのどおり)

考察

今回の成績より、3混ワクチンをワクチンの説明通りに毎年接種すると、少なくとも4年目までは毎年同時期の抗体価が累積的に上昇してゆくことを確認した。AKA、AIN および KAS の感染防御には、中和抗体価が2倍以上あれば可能であるとされており、この抗体価の累積的上昇は、いわば無駄な上昇とも言える。

また、2年間ワクチン接種(1年目2回、2年目1回接種)後、2年未接種個体の抗体価の推移から、2年連続して3混ワクチンを接種すると、実際に数年間抗体価が持続することが確認されたことより、2年間ワクチンを接種すれば、その後少なくとも1~

2年はワクチン接種を行わなくても AKA、AIN、KAS 感染から防御できることが示唆された。

一方、初年度のみ接種(1回接種、2回接種)では、1年後に抗体価は低下し、2年目は感染防御できないことが伺われたことから、3混ワクチンの効果的かつ経済的なワクチンプログラムとして、初年度2回接種、翌年1回接種、以降隔年接種のワクチンプログラムが考えられた。(表9)

表9. まとめ

1. 3混ワクチンを毎年接種すると、同時期の抗体価は累積的に上昇した。
2. 2年連続して3混ワクチンを接種すると、数年間抗体価が持続するものと思われ、少なくとも3年目の接種は不要なことが明らかになった。
3. 初年のみ接種(1回接種、2回接種)では1年後に抗体価は低下し、2年目は感染防御できないことが伺われた。(メーカバツのどおり)



ワクチンプログラム



このワクチンプログラムを実施した場合に期待される効果について検討した。平成14年度の県下のワクチン接種頭数がのべ約1万頭、平成15年2月現在の2歳以上繁殖雌牛飼養頭数が9,618頭、3混ワクチン代が2,000円/回の条件で、今回のワクチンプログラムを実行したとすると、県下の繁殖牛に対するワクチン代だけで年間およそ10,000千円の節約になる。生涯でのワクチン代が減少すれば現時点でワクチン接種率が低い乳牛へのワクチン接種を推進することが可能になると思われる。また、ワクチン接種頭数が減れば、ワクチン接種にかかる労力や経費が削減でき、これらトータルの効果によりワクチン接種率の向上が期待される。

表10. 期待される効果

平成14年度の県下のワクチン接種頭数：のべ約1万頭
牛異常産3種混合ワクチン代：2,000円/回
県内繁殖雌牛飼養頭数(2歳以上H15.2)：9,618頭

仮に最初の2年ワクチンを接種し、以降隔年接種とすると

繁殖牛のワクチン代だけで年間約1,000万円節約
<約1.0万頭/2(隔年) = 5,000頭分>
生涯でのワクチン代減少 乳牛へのワクチン接種推進可能
<乳牛でのワクチン接種は現在僅か>
ワクチン接種に関わる労力・経費(人件費)の削減