

## 牛注射型乳房炎ワクチン全頭一斉投与による乳房炎防除効果

高橋 俊彦<sup>1)</sup>・大西 美岬<sup>2)</sup>・岸田 美月<sup>2)</sup>  
夏井 美聡<sup>2)</sup>・外崎 茉夏<sup>2)</sup>・柏木 薫子<sup>2)</sup>  
北野 菜奈<sup>3)</sup>・井上 誠司<sup>2)</sup>・菊 佳男<sup>2)</sup>

### The Effectiveness of a Simultaneous Administration of an Injectable Vaccine to an Entire Herd to Control Bovine Mastitis

Toshihiko TAKAHASHI<sup>1)</sup>, Misaki OHNISHI<sup>2)</sup>, Miduki KISHIDA<sup>2)</sup>,  
Misato NATSUI<sup>2)</sup>, Manatsu TONOSAKI<sup>2)</sup>, Kaoruko KASHIWAGI<sup>2)</sup>,  
Nana KITANO<sup>3)</sup>, Seiji INOUE<sup>2)</sup> and Yoshio KIKU<sup>2)</sup>  
(Accepted 13 December 2022)

#### はじめに

乳牛の乳房炎は、酪農現場に最も経済的損失を与える疾病として問題となっている<sup>[5,19]</sup>。治療費や治療後の出荷制限だけでなく、乳量減少、出荷制限期間の飼料代や飼養管理費などの損失が非常に大きい<sup>[19]</sup>。平成24年度の十勝乳房炎協議会のデータでは、乳房炎1事故あたりの平均治療費は11,924円と算出されている<sup>[17]</sup>。治療による生乳の出荷停止の損失は、平均治療日数が約6日間で休業期間が4日間とした場合、約10日の乳量損失となる。乳房炎が治癒しても乳腺細胞が完全に修復されることは難しく、健康時の生産乳量と比較し、治療後は約6%の乳量が減少する<sup>[9,17,18]</sup>。

乳房炎は微生物が乳房内に侵入する事で起こるが、その微生物の9割が細菌である<sup>[7,12]</sup>。乳房炎原因菌は乳頭から乳房内へ侵入・増殖し、乳房内の健康な細胞を損傷し炎症を起こす。原因菌は環境性乳房炎原因菌と伝染性乳房炎原因菌に分類される。大腸菌群 (*Coliform*: CO) や環境性ブドウ球菌 (*Coagulase-negative staphylococci*: CNS) に代表される環境性乳房炎原因菌は、敷料や牛床などの環境

中に存在し、環境の汚染状況に応じて乳房炎発症率が増加する。一方、黄色ブドウ球菌 (*Staphylococcus aureus*: SA) に代表される伝染性乳房炎原因菌は牛群の飼養環境に存在せず、牛の導入や搾乳時に搾乳者の手指や搾乳器具を通して感染する。これらの大腸菌群、CNS および黄色ブドウ球菌を原因とする乳房炎は、乳房炎原因菌の60%を占めている<sup>[6]</sup>。

乳房炎は症状によって臨床型乳房炎と潜在性乳房炎に分類される。臨床型乳房炎は、乳房の熱感・膨張・硬結や乳汁性状の異常などの局所症状だけを示す場合や、加えて食欲不振・体温上昇、沈鬱、横臥などの全身症状を示す<sup>[2]</sup>。また、潜在性乳房炎では局所症状や全身症状を示さず、乳汁からの原因菌の分離や体細胞数 (SCC) の上昇が見られる状態を指す。潜在性乳房炎は乳房炎の初期段階で臨床型乳房炎の予備軍と考えられている<sup>[2]</sup>。潜在性乳房炎が牛群内に多く見られる場合、飼養環境と搾乳の衛生管理、搾乳システムの整備の見直しによって、その低減につながる可能性がある<sup>[9,14,20]</sup>。

乳房炎防除対策として、2016年に日本で初めて注射型乳房炎ワクチン「スタートバック<sup>®</sup>」の販売が開始された。スタートバックはSA、COならびに

1) 酪農学園大学

Rakuno Gakuen University

2) 酪農学園大学循環農学類

Department of Sustainable Agriculture, Rakuno Gakuen University

3) 共立製薬株式会社

Kyoritsu Seiyaku Corporation

所在地

1) 069-8501 北海道江別市文京台緑町582番地

582 Midorimachi, Bunkyoudai, Ebetsu, Hokkaido 069-8501, Japan

3) 102-0073 東京都千代田区九段南1-6-5 九段会館テラス

Kudankaikanterasu, 1-6-5 Kudanminami, Chiyoda-ku, Tokyo 102-0073, Japan

CNS が原因で起こる臨床型乳房炎の症状軽減に効果がある<sup>[4,15]</sup>。これらの菌種は国内乳房炎原因菌の60%を占めるものであり、スタートバックの利用によってこれらの乳房炎の被害を低減させることが可能であれば、酪農経営の改善に大きく貢献することが期待できる。このワクチンの投与プログラムは、①分娩予定日の45±4日前と②10±4日前、③分娩後52±4日後の3回投与を行うもので、乳房炎発症リスクの高い乾乳直後や分娩前後の乳房炎発症を予防することを目的としている<sup>[3,11]</sup>。しかし、現場において本法では個体ごとに接種日が異なるため、多頭飼育の場合等、接種の煩雑さが懸念される。

そこで本研究では、個体ごとのワクチンスケジュール管理をととして群単位でのワクチン接種の有効性を検証するため、一酪農場において搾乳牛群全頭にワクチン一斉投与を行うことによる乳房炎除効果について検証した。

### 材料および方法

#### 1. 試験期間

2020年7月1日から10月21日の3ヶ月間実施した。

#### 2. 供試牛

酪農学園大学フィールド教育研究センター酪農生産ステーションで飼養されているホルスタイン種搾乳牛20頭(4.0±2.5歳, 2.4±1.7産)に対してワクチンを一斉投与した。その中から5頭(2.4±0.4歳, 1.2±0.4産)を無作為に選抜し、乳汁検査実施牛とした(表1)。また、ワクチン効果の評価判定について、2019年度の乳房炎治療歴と比較した。

#### 3. 投与方法

ワクチン(スタートバック<sup>®</sup>, 共立製薬株式会社)(図1)は、5週間隔で7月8日、8月12日、9月16日の計3回を左右交互に頸部筋肉内に投与した(図2)。

表1 供試牛情報

牛番号	産次数	最終分娩日	分娩後日数	泌乳ステージ
1	2	2020/4/5	86	泌乳最盛期
2	1	2020/4/14	77	泌乳最盛期
3	1	2020/3/15	107	泌乳中期
4	1	2020/4/22	69	泌乳最盛期
5	1	2020/5/31	61	泌乳最盛期



図1 スタートバック

### 今回の試験の投与プログラム

投与方法：2ml ずつ頸部筋肉内に注射



採乳：初回投与7日前から1週間おきに105日後まで

図2 投与プログラム

#### 4. 採乳方法

投与開始日を0日として-7, 0, 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56, 63, 70, 77, 84, 91, 98および105日に夕方の搾乳時に個体乳サンプリングを行った。前搾り、乳頭清拭、乳頭口の消毒後に滅菌済みのスピッツ管に乳汁を無菌的に採取した。

#### 5. 調査項目

##### 1) SCC

SCC測定はセルカウンター(DeLaval株式会社札幌)を用いた。

##### 2) 生菌数

ペトリフィルムACプレート(3Mヘルスケア株式会社東京)を用いた。サンプルに応じて10倍、

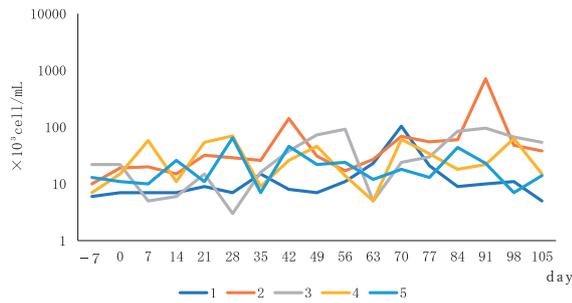


図3 ワクチン投与牛における体細胞数の推移

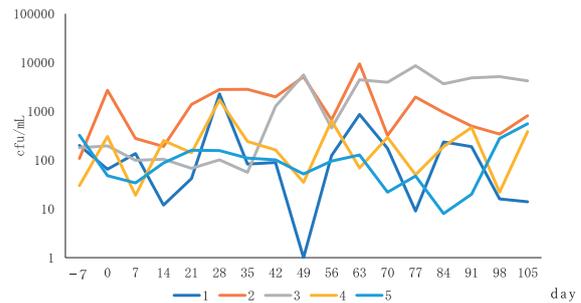


図4 ワクチン投与牛における生菌数の推移

100倍、1,000倍に希釈して測定した。

3) 牛群全体の SCC

牛群検定 Web システム (酪農検定検査協会) から、2020 年度 7 月から 10 月の 3 ヶ月間の検査結果を用いた。

4) 細菌検査

各個体の合乳中の細菌種同定を常法により行った。

5) 乳房炎治療状況

農場管理日誌および動物用医薬品使用記録簿から、2019 年度および 2020 年度の 7 月から 10 月の 3 ヶ月間について調査した。

6) 統計処理

Student の t 検定を用いた。

結 果

1. SCC

図 3、表 2 に SCC を示した。供試牛 1 は 5~104×10<sup>3</sup> cell/ml、供試牛 2 は 7~714×10<sup>3</sup> cell/ml、供試牛 3 は 3~97×10<sup>3</sup> cell/ml、供試牛 4 は 5~

70×10<sup>3</sup> cell/ml および 供試牛 5 は 7~65×10<sup>3</sup> cell/ml の間で推移した。検体によっては一過性に増加することがあったが、概ね全ての供試牛において正常値である 100×10<sup>3</sup> cell/ml の範囲内で推移した。いずれの供試牛も試験期間を通して低値を維持した。すべてにおいて有意な差はなかった。

2. 生菌数

図 4、表 3 に生菌数を示した。供試牛 1 は 1~2,280 cfu/ml、供試牛 2 は 108~9,400 cfu/ml、供試牛 3 は 56~8,600 cfu/ml、供試牛 4 は 19~1,700 cfu/ml および供試牛 5 は 8~555 cfu/ml の間で推移した。検体によっては一過性に増加することがあったが、試験期間を通して低値を推移した。すべてにおいて有意な差はなかった。

3. 細菌検査

表 4、5 に細菌検査の結果を示した。供試牛 2 および 3 の牛で CNS が複数回検出された。

表 2 体細胞数の推移 (×10<sup>3</sup> cell/ml)

	-7	0	7	14	21	28	35	42	49	56	63	70	77	84	91	98	105
1	6	7	7	7	9	7	15	8	7	11	23	16	21	9	10	11	5
2	10	19	20	15	32	29	26	142	31	17	27	69	55	60	714	48	38
3	22	22	5	6	15	3	16	38	73	92	5	24	30	85	96	67	54
4	7	15	58	11	54	70	9	26	46	14	5	61	34	18	22	63	15
5	13	11	10	26	11	65	7	46	22	24	12	18	13	44	23	7	14

表 3 生菌数の推移 (cfu/ml)

	-7	0	7	14	21	28	35	42	49	56	63	70	77	84	91	98	105
1	200	65	136	12	42	2280	83	89	0	124	860	174	9	236	189	16	14
2	108	2700	277	190	1380	2790	2810	1980	5110	668	9400	320	1960	950	496	340	811
3	179	195	99	104	68	101	56	1270	5570	455	4440	3950	8600	3650	4840	5150	4200
4	30	305	19	252	141	1700	240	161	35	639	69	291	50	189	467	22	383
5	324	48	34	87	159	157	110	101	52	95	127	22	47	8	20	278	555

表4 ワクチン投与群における各種菌種の検出回数

	未検出	CNS	OS	CNS+OS	CNS+パチルス
1	11	4	2	0	0
2	4	11	1	1	1
3	5	11	1	0	0
4	10	1	1	5	0
5	13	2	0	2	0

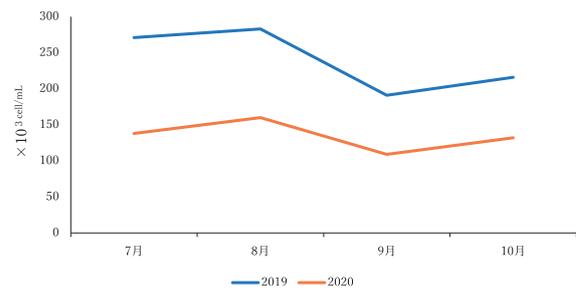


図5 ワクチン非投与期(2019)と一斉投与期(2020)の体細胞数

表5 ワクチン投与群における各種菌種の検出

	-7	0	7	14	21	28	35	42	49	56	63	70	77	84	91	98	105
1	OS	OS	-	-	-	CNS	-	CNS	-	CNS	CNS	-	-	-	-	-	-
2	-	CNS・OS	-	-	CNS	CNS	CNS	CNS	CNS	CNS	CNS	CNS+パチルス	CNS	-	CNS	CNS	CNS
3	OS	CNS	-	CNS	-	-	-	CNS	CNS	CNS	CNS	-	CNS	CNS	CNS	CNS	CNS
4	-	CNS・OS	-	-	CNS・OS	CNS・OS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	CNS・OS	-	-	-	-	CNS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	CNS・OS

#### 4. 牛群全体の SCC

図5に牛群全体の SCC を示した。ワクチン一斉投与を行った2020年度の牛群全体の SCC は、同時期の2019年度(ワクチン非投与)に比べて低値を推移した。有意な差はなかった。

#### 5. 乳房炎治療状況

表6に乳房炎治療状況を示した。牛群当たりの乳房炎治療頭数の割合はワクチン非投与群(2019年):18%(3/17)に対して、ワクチン一斉投与群(2020年):7%(1/14)と低値を示した。治療件数、治療回数ともにワクチン非投与群では9件21回に対して、ワクチン一斉投与群は1件1回と低値であった。また1頭あたりの乳房炎治療回数では、ワクチン非投与群は2.3回/件に対し、ワクチン一斉投与群は1.0回/件と低値であった。すべてにおいて有意な差はなかった。

表6 乳房炎治療状況  
ワクチン非投与期(2019)と投与期(2020)

	2020年	2019年
治療頭数	7% (1/14)	18% (3/17)
治療件数(件)	1	9
治療回数(回)	1	21
治療回数(回/件)	1.0	2.3
	SAが検出	

## 考 察

ワクチン一斉投与により、試験期間を通して SCC および生菌数は低値で推移していたことから、一斉投与を行った場合でもワクチンの効果が見込まれると考えられた。一斉投与を行った2020年度は、2019年度に比べて乳房炎発症頭数が大幅に減少した。また、牛群全体の体細胞数は2019年に比べ、2020年が低く推移したことから、一斉投与により牛群全体の乳房炎が抑制されたと思われる。さらに、2020年度において SA が原因菌であった発症牛1頭は、治療回数が1回で回復した。これらのことから、ワクチン投与が乳房炎発生減少および症状軽減に寄与したと考えられた。

本研究で用いたワクチンであるスタートバック®は、SA や CNS による乳房炎の重篤度の低下や CNS の治癒率を向上することが知られている<sup>[15]</sup>。本研究においても、試験期間中に CNS が検出された個体が、発症に至らなかったことから、ワクチン投与が発症を抑制したと考えられた。

ワクチン一斉投与による経済効果を試算した。1頭当たりのワクチン費用は、1回1,200円のワクチンを1頭に計3回投与を行うことから、1,200円×3回=3,600円の費用がかかる。一方、乳房炎の治療費は11,924円、乳房炎損失額は56,000円、総額11,924円+56,000円=67,924円の費用を要するこ

とが想定される<sup>[17]</sup>。これらの差額から、ワクチンを3回投与することで約68,000円の損失を防ぐことができると考えられた。100頭規模の牛群に使用する場合の乳房炎損害想定額を、今回の乳房炎発生状況の結果から試算すると、一斉投与群ではワクチン費用が1,200円×3回×100頭=360,000円必要となる。また、2019年度と2020年度の乳房炎治療頭数割合がそれぞれ7%および18%であったことから、乳房炎損害想定額が100頭×0.07×68,000円=476,000円と試算され、それにワクチン費用を合計した総額836,000円が、支出ならびに損失と見込まれる。一方、ワクチン非投与の場合では、乳房炎損失想定額が100頭×0.18×68,000円=1,224,000円の損失となる。これらの損失想定額の試算から、ワクチン一斉投与を行った牛群は、非投与に比較して1,224,000円-836,000円=388,000円の損失が軽減されることが期待された。

以上の結果より、搾乳牛群へのワクチン一斉投与は基本投与プログラムと同様に乳房炎防除効果が期待でき、管理を軽減するメリットが考えられた。このことは、従来のワクチンプログラムに加え、酪農家が飼育環境や乳房炎発生状況等に応じて、労働的負担の少ないワクチン一斉投与を新たな乳房炎防除プログラムとして選択できる可能性を示した。

## 要 約

乳房炎の予防対策の一つに注射型ワクチンが普及してきた。このワクチンの投与プログラムは、健康な妊娠牛の分娩予定日の45日前、10日前および分娩後52日の計3回接種である。しかし、この方法は個体ごとに接種日が異なるため、多頭飼育農場において、接種管理が煩雑なことが懸念される。そこで、本研究では投与管理が容易な群単位でのワクチン接種の有効性を検証するため、搾乳牛群全頭にワクチン一斉投与を行うことによる乳房炎予防効果を調査した。ホルスタイン種20頭にワクチンを一斉投与した。投与は5週間おきに計3回実施した。その内5頭の乳汁を1週間ごとに採取し、体細胞数および生菌数の測定と、菌種同定を行った。乳房炎発生状況は、前年度同時期に同牛舎で飼養されていたワクチン非投与14頭と比較し、試験期間中の5頭のSCCおよび生菌数は、一過性の増加は見られるものの、いずれも正常範囲を推移した。乳房炎診療頭数、診療件数および治療期間は、非投与群では3頭/14頭、21件、3.6±3.1日、一斉投与群では1頭/20頭、1件、3.6±1.6日であった。これらの結果より、搾乳牛群へのワクチン一斉投与は基本投与プロ

グラムと同様に乳房炎防除効果が得られ、投与の管理を軽減することが期待できた。

## 謝 辞

本研究は、共立製薬株式会社の協力で実施された、感謝申し上げます。

## 引用文献

1. 相原光夫. 2011. 体細胞情報について. Dairy Japan. 2月号. 68-71.
2. Alfonso Zecconi. 2014. 乳房の健康管理と乳房炎コントロール. バイエル薬品 大動物シンポジウム2014. 講演要旨5.
3. 有馬智之. 2020. 乳房炎用ワクチン・スタートバックの最近の話題. 共立製薬株式会社提供冊子. 2-4.
4. Bradley, A. J., Breen, J. E., Payne, B., et al. 2015. An investigation of the efficacy of a polyvalent mastitis vaccine using different vaccination regimens under field conditions in the United Kingdom. J Dairy Sci. 98. 1706-1720.
5. Carls Risco and Pedro Melendez Retamal. 2015. 乳牛の健康及び繁殖成績の最適化を目的とした分娩から任意待機期間終了までの管理. 乳牛の生産獣医療第1版. 33-37. 緑書房. 東京都.
6. 十勝乳房炎協議会. 2005. 乳房炎の種類と治療原因菌別発生状況. MASTITIS CONTROL. 27-38. 本別印刷. 北海道.
7. 中央酪農会議. 2004. 乳房炎を起こす主な微生物. 良質乳生産ガイド. 14-15. 一般社団法人中央酪農会議. 東京都.
8. 中央酪農会議. 2004. 体細胞数. 良質乳生産ガイド. 9-10. 一般社団法人中央酪農会議. 東京都.
9. 樋口豪紀. 2014. 乳房炎の原因と予防法 病気の特徴と基本的な搾乳衛生. 酪農ジャーナル. 9: 30-33.
10. 菊佳男. 2015. 我が国における牛乳房炎の発生状況ならびにその問題と対策—乳牛の乳房炎に関する全国アンケート調査から—. 家畜感染症学会誌. 4: 109-132.
11. 前田恵里. 2018. 乳房炎ワクチン「スタートバック」の紹介. Higashisouya Publication. 6(11): 10.
12. 森本直樹. 2016. 乳房炎牛および健康牛における乳房内細菌数の比較. 東京都農林総合研究セ

- ンター研究報告. 11 : 19-23.
13. エムズ・デーリィ・ラボ. 2008. 耐熱性細菌と生菌数.  
<http://www.ms-dairy-lab.com/germ/>
  14. 日産合成工業株式会社. 2009. 酪農・豆知識. 乳房炎の定義と分類.  
<http://www.nissangosei.co.jp/nissan/m011.pdf>
  15. Schukken, Y.H., Bronzo, V., Locatelli, C., et al. 2014. Efficacy of vaccination on *Staphylococcus aureus* and coagulase-negative staphylococci intramammary infection dynamics in 2 dairy herds. *J Dairy Sci.* 97: 5250-5264.
  16. 静岡県経済産業部産業改革局研究開発課. 2018. 原因菌に応じた最適な乳房炎治療法. あたらしい農業技術 No. 639. 1-2.
  17. 十勝乳房炎協議会. 2014. 乳房炎の経済的損失. *Mastitis Control II.* 4-8. 本別印刷. 北海道.
  18. 山根逸郎. 2016. 疾病による経済損失. *獣医学雑誌.* 20(1) : 6-8.
  19. 山根逸郎. 2006. 繋ぎ飼いの酪農家における乳房炎の疫学的調査および経済損失評価. *家畜診療.* 53. 401-402.
  20. 全米乳房炎協議会. 2019. 乳房炎の問題. 牛の乳房炎の防除. 9-12. 河合一洋訳. 緑書房. 東京.

### Summary

An injectable vaccine have become popular as a preventive measure against bovine mastitis. This vaccine is designed to be administered three times to healthy pregnant cows: 45 days before, 10 days before, and 52 days after the expected calving date. This protocol requires different vaccination dates for each individual cow, which can be time-consuming on farms with many cows. To test the utility of herd-based vaccination as an alternative, we simultaneously administered the mastitis vaccine to all of the cows in a milking herd. The commercial vaccine was administered on the same days to 20 Holstein cows. Three doses were administered at 5-week intervals. Milk samples from five of the cows were collected every week for the measurement of the somatic cell count (SCC) and viable bacterial count (VBC), and the species identification was performed according to conventional methods. The incidence of mastitis was compared with that of 14 non-vaccinated cows kept in the same barn during the previous year. The SCCs and VBCs of the five vaccinated cows were all in the normal range during the study period, although a transient increase in both variables was observed. The number of cows treated for mastitis, the number of cases of mastitis and the duration of mastitis treatment in the non-treated group were three of 14 cows (21.4%), 21 cases, and  $3.6 \pm 3.1$  days; the corresponding values in the simultaneously treated group were one of 20 cows (0.5%), one case, and  $3.6 \pm 1.6$  days. These results indicate that the simultaneous administration of the vaccine to a milking herd was as effective as the designed administration protocol for preventing mastitis, and the simultaneous administration can be expected to reduce the time and effort required for herd management.