

牛疫の撲滅活動に従事して

園田暁郎*

(平成 24 年 8 月 1 日 受付)

Engagement in Rinderpest eradication campaign

Akiro SONODA *

はじめに

牛疫は *Paramyxoviridae* の *Morbillivirus* 属に属する牛疫ウイルスの感染によって起こる牛、水牛、綿羊、山羊、豚などの偶蹄類動物の急性伝染病である。

牛と水牛が最もかかりやすく、高熱、鼻汁、眼やに、口粘膜の壊死、爛斑、はげしい下痢などが特徴的で、下痢ははじめ水様であるが、のちに粘液、血液、偽膜などをまじえ悪臭がある。感受性の高い牛や水牛などが感染するとほとんど斃死する。

過去において牛疫はアジア、アフリカ、ヨーロッパの広い地域にわたって猛烈に流行し、本病による家畜の損害は莫大なものがあつた (図 1)。



図 1. 1980 年代の牛疫常在地 (斜線部)
1987 年における牛疫 (☆), 小反芻獣疫 (★) の発生

* 元 家畜衛生試験場海外病研究部長 獣医学博士
The Former, National Institute of Animal Health, the ex-head of
Exotic Diseases Research Division, D.V.M Ph.D.

牛疫ウイルスは免疫原性において単一と考えられているが、アフリカでは牛に対して病原性が弱いウイルスによる流行が羊、山羊、羚羊などに認められ、“小反芻獣疫”として、一応区別されている。

私は昭和 27 年鹿児島大学鹿児島農林専門学校獣医専攻科を修了し、第一回獣医師国家試験に合格、同年 4 月から農林省家畜衛生試験場 (家衛試) に勤務した。調査第二部病毒課において故佐藤多津雄技官の助手として、孵化鶏卵による鶏ニューカッスル病の研究に従事し、昭和 30 年 (1955 年) から馬伝染性貧血研究部に勤務した。

この頃から伊藤全氏 (研究第二部長、九州支場長) の薦めでお茶の水のアテネ・フランセの夜間コースでフランス語を、水道橋の日仏学院で医学フランス語を研修した。そして、昭和 35 年 (1960 年) フランス政府招聘技術留学生試験に合格し、パスツール研究所ウイルス部およびアルフォール獣医学校 (大学) に約 1 年間出張した。

1. わが国における牛疫防疫

史実によると牛疫はわが国においては 1872 年 (明治 5 年) から 1911 年 (明治 44 年) にかけて中国大陸から数回にわたって侵入し、全国的に流行して 4 万余頭が死亡した。

その後 1922 年 (大正 11 年) の四国における発生を最後にわが国に発生はない。

明治における度々の牛疫発生に対し、1911 年 (明治 44 年) に釜山に農商務省牛疫血清製造所が新設され、1922 年 (大正 11 年) には同所で蠣崎千晴博士らによって牛疫トルオール不活化ワクチンが開発された。その後、中村稔治博士らは野外例から分離した牛疫の強毒釜山株ウイ

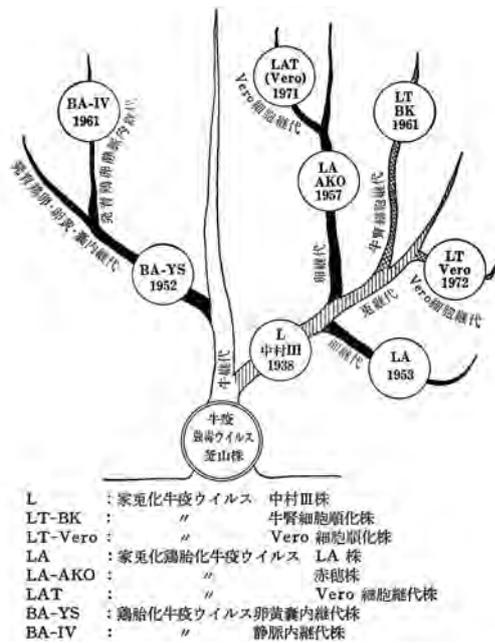


図2. 牛疫強毒ウイルス釜山株からの種々の弱毒株の系統発生模式樹

ルスを家兎に数百代継代して1938年（昭和13年）牛疫家兎化（L）ウイルス“中村Ⅲ株”を作出した（図2）。

Lウイルス中村Ⅲ株は生ワクチンとして中国で野外に応用され、1948年（昭和23年）陳らにより有効性が国際会議で報告され国際的に注目された。

朝鮮半島北部の中国との国境地帯での牛疫発生時にはLウイルスを接種した家兎を籠に入れて流行地に持参し、発熱している家兎を現地で殺して、リンパ節を集めて乳剤とし、現場周辺の牛に接種して牛疫防疫に著効があったことを伺った。

しかし、Lワクチンは朝鮮牛や和牛に対しては起病性が強く、発熱と下痢が発生し、死亡するものもあったため免疫血清を併用する共同注射の必要があった。

第二次大戦後、日本では牛疫の侵入が常にアジア大陸に起因するものであったので、本州の日本海側と太平洋側との幅が最も狭い兵庫県に1948年（昭和23年）県立牛疫血清製造所が設立され、Lワクチンと免疫血清の製造が行われた。そして、1949年（昭和24年）以降の3年間に兵庫県の全畜牛10万余頭に共同注射法による予防接種が実施された。これは万一牛疫が発生した場合に免疫帯を形成して東側への伝播を止めようという防疫策であったと聞いている。この製造所は1952年（昭和27年）家衛試赤穂支場となりLワクチンと牛疫免疫血清の製造が継続されていた。その後古谷らによって牛疫に対して起病性の弱い家兎化鶏胎化（LA）ウイルスが作出され免疫血清を必要としなくなったため1956年（昭和31

年）赤穂支場は廃場となり、LAワクチンの製造と研究業務は新設された家衛試本場の牛疫研究室に移された。このようにして弱毒化の進んだLAウイルスを発育鶏卵に接種して作るLA生ワクチンがわが国の緊急用として昭和44年まで年間約10万頭分が製造され備蓄されていた（図2）。このワクチンは1アンプル20頭分で、20mlの溶解用液に溶解して用いられたが先端が欠けたり、ヒビが入って保存中に真空漏れするもののがかなりあった。

その後、量産が容易で保存や熱に安定したワクチンを作るために中村稔治先生の指導を受けながら組織培養ワクチンの開発に取り組んだ。そして1970年（昭和45年）に種ウイルスはLAウイルスとし、これをアフリカミドリザル腎継代細胞であるVero細胞で培養し、その培養ウイルス液に分散媒を加えて20mlのバイアルに2ml分注し、凍結乾燥して窒素ガスを充填した牛疫組織培養予防液を開発した。このワクチンは冷蔵庫に保存すると極めて安定しており少なくとも4年以上は保存可能であった。

しかし、製造に当たる人の移動や製造技術の伝承などを考えて有効期限を2年間として承認を受け、隔年に製造することとした。このワクチンは現在も動物衛生研究所で製造され緊急用として備蓄されている（図3, 4, 5-1, 5-2）。

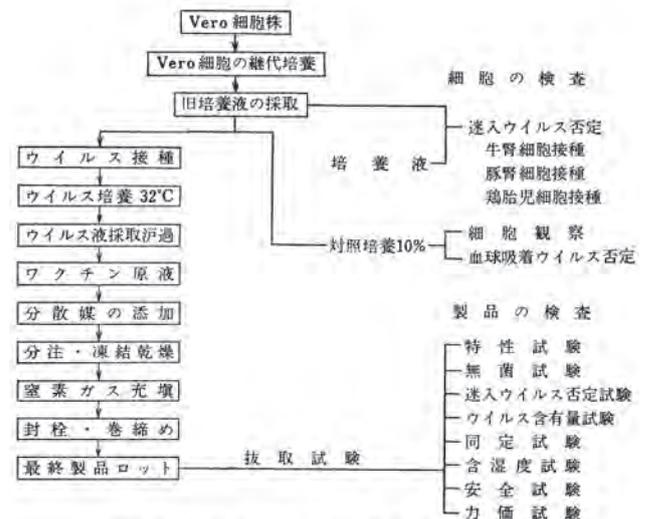


図3. 牛疫組織培養ワクチンの製造と検査のあらまし

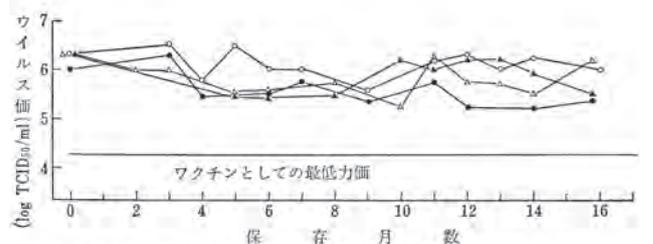


図4. 牛疫組織培養ワクチンの冷暗所（4～10℃）における保存性

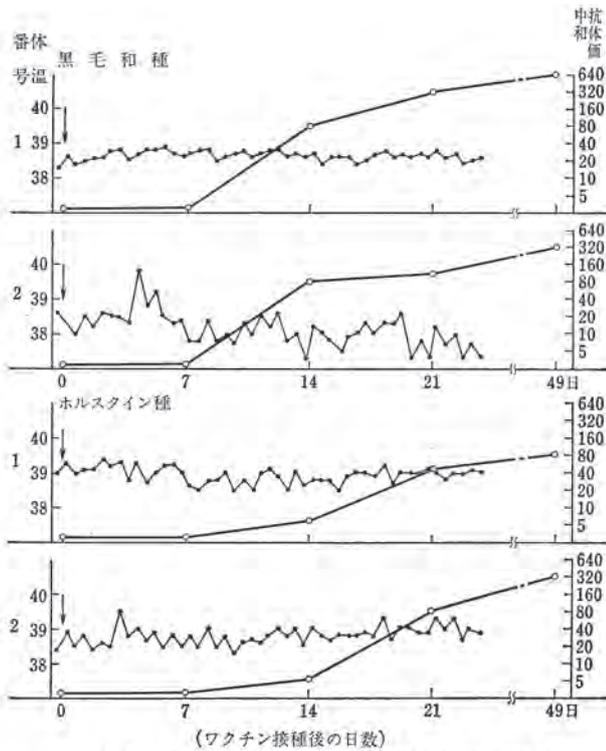


図5-1. 牛疫組織培養ワクチンを接種した牛の反応

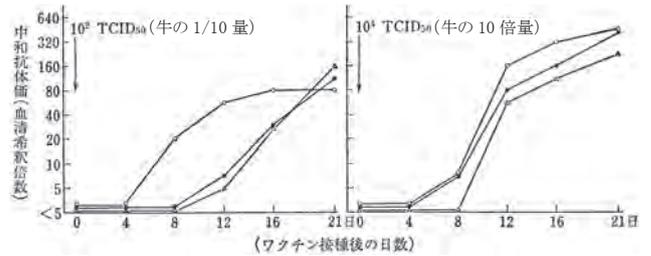


図5-2. 牛疫組織培養ワクチンを接種した豚（ヨークシャー種中豚）の中和抗体反応

2. カンボジアにおける牛疫防疫

私は1960年（昭和35年）から約1年間フランス政府招聘技術留学生としてパリのアルフォル獣医大学とパスツール研究所でウイルス病研究の研修を受けたのが縁となり、帰国後家畜試馬伝染性貧血研究部在籍のまま1963年（昭和38年）から3年間、旧フランス保護領であったカンボジア王国でFAO主導の牛疫撲滅活動にコロンボ計画派遣専門家として実験室活動に従事した。

カンボジアでは牛疫が1957年頃まで全土の牛、水牛に流行しており、1961年（昭和36年）末からFAOにより、1963年（昭和38年）からは日本、オーストラリアなどのコロンボ計画による援助も加わり大規模に撲滅活動が行われ、野外活動と実験室の活動が1967年まで並行して進められた（図6）。FAOが中心となりこれほど多くの日本人が参加して行われた牛疫撲滅活動は他に例がないと思う（表1、2）。

表1. カンボジアにおける牛疫防疫活動：野外活動

年次	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967
カンボジア政府	獣医畜産局						
FAO		Dr.Stoddard (米) '61.12~'63.7	Dr.Fogh (デンマーク) '63.8~'64.12		Dr.Brenier (仏) '65.3~'66.12		
コロンボ計画		伊藤 '62.8~ '62.12	古川 '63.3~'64.2	岡崎 '64.3~'65.6		榊 '65.6~'67.6	
日本政府 (青年技術者)				富永 '64.3~'66.2 山城 '64.6~'66.5			

表2. カンボジアにおける牛疫防疫活動：実験室活動

年次	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	
カンボジア政府						政府獣医官		
FAO		福所 '62.8~'63.5	古谷 '63.5~'64.12					
コロンボ計画			園田 '63.3~'66.2			榊 '66.3~'67.6		
パスツール研究所		パスツール研究所 技術助手2名						

野外活動では1961年12月にFAOからDr. Stoddard (米国)についてDr. Fogh (デンマーク, 故人)とDr. Brenier (仏)が派遣され, コロンボ計画では伊藤全, 古川健彦 (故人), 岡崎和夫, 榊馨の諸氏が1962年(昭和37年)から1967年まで派遣された。また, 日本政府派遣の青年技術者として1964年(昭和39年)から1966年(昭和41年)にわたって富永泰次, 山城富男の両氏がこの活動に従事した(表1)。

実験室活動はプノンペン市の郊外トンレサップ川とメコン河に挟まってできたチュルイチャンワと呼ばれる三角州の中にあつたカンボジアパスツール研究所で行われ, FAO 専門家として福所金松博士(元家衛試九州支場長, 故人)に続いて古谷武氏(元家衛試ウイルス第三研究室長, 故人)が1964年(昭和39年)末まで派遣され, これらの先生方の助手として私がコロンボ計画により1963年(昭和38年)から1966年(昭和41年)まで派遣された(表2)。

カンボジアにおける牛疫の予防注射は1956年から中村稔治博士の指導により, Lウイルス中村Ⅲ株を用いたLワクチンが用いられていた。また, 1963年には日本から豚の予防注射用としてLAワクチン80,000頭分が贈与され豚および一部の水牛に接種された。

このようにして1965年には家畜の予防注射実施率は70%を超え約200万頭がワクチン接種された。その結果流行は激減するとともに局地的となり, ついに1964年7月の発生を最後として発生報告がなくなった(図7)。

実験室活動は鶏胎児のトリプシン消化法による試験管を用いた組織培養法でLAウイルスを指示ウイルスとする中和試験法を考案し, この方法で野外活動の関係者の協力によって地方から集めた牛疫予防注射が実施されて

いない(無耳標)牛, 水牛, 豚および山羊の血清について抗体を測定して夫々の家畜の抗体保有状況や抗体の地理的分布などを調べた。

鶏胎児細胞培養法による中和抗体測定法は顕微鏡下のCPE観察だけでは判定が不十分で, 最後に試験管底部の細胞層をメタノール固定後HE染色して結果を確認することとした。福所金松先生はもともと病理がご専門でこの染色した試験管を喜んで鏡検していただいた。

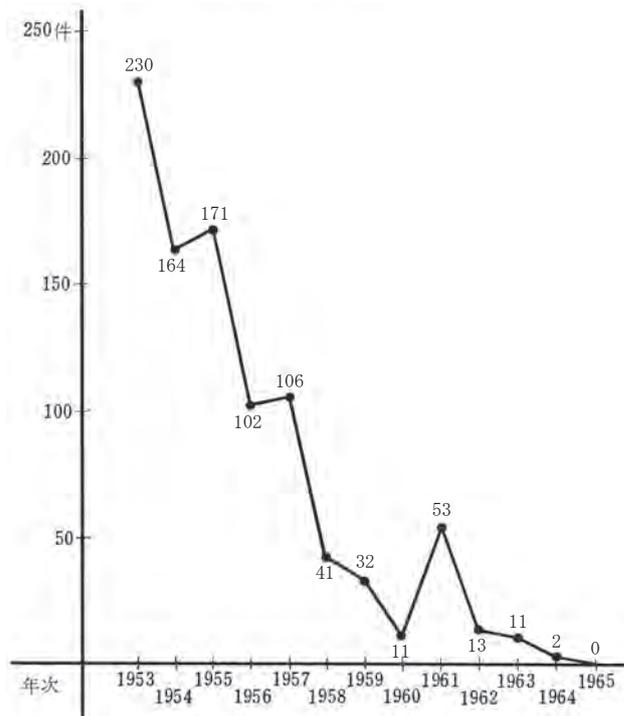


図7. カンボジアにおける牛疫の流行

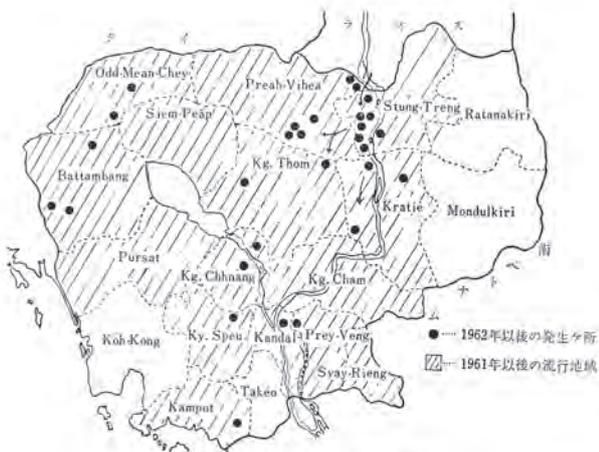


図6. 1961年以降5年間における牛疫の流行

牛疫ウイルス		JB	CB	L	LA	BA
日本	黒毛和牛	+++	(+++)	(++)	(+)	(+)
	ホルスタイン牛	+++	+++	(+)	(-)	(-)
カンボジア	在来牛	()	(++)	(-)	(-)	(-)
	在来水牛	()	(+++)	(+)	(-)	(-)
	在来豚	()	(++)	(-)	(-)	(-)

図8. 日本の牛とカンボジアの家畜における牛疫ウイルスの病原性と免疫原性

JB: 日本の牛系ウイルス +++: 100%発病し死亡
 CB: カンボジアの水牛系ウイルス ++: 大部分発病し死亡
 L: 家畜化ウイルス ++: 一部発病し死亡
 LA: 家畜化鶏胎化ウイルス +: 熱反応
 BA: 牛系鶏胎化ウイルス -: 反応なし
 O: 免疫原性あり (): 資料なし

(1) 弱毒化牛疫ウイルスのカンボジア家畜に対する病原性と免疫原性

実験室活動はその後国連派遣専門家の古谷武氏の指導を受けながら弱毒化牛疫ウイルスのカンボジア家畜に対する病原性と免疫原性の試験を行った。

家兎化 (L) 並びに家兎化鶏胎化 (LA) 牛疫ウイルスを接種した在来の牛, 水牛, 豚の各群について臨床症状, 鶏胎児細胞培養法による中和抗体の消長, 水牛株攻撃(一部に実施) に対する態度などを調べた結果, いずれもワクチンとして応用できることがわかった (図8)。

10², 10⁴ 家兎感染量の L ウイルスを接種した牛 4 頭と水牛 8 頭では, 水牛に発熱と軽い症状が認められたが牛はほとんど症状なく, いずれも耐過した。

中和抗体は 7~9 日目から全例に証明可能となり, 抗体価は 2 週間前後で最高に達し牛で 80~320 倍, 水牛では 320~1,280 倍を示した。この抗体は牛の血中に約 4 年間保持される結果が得られた。家兎での接種試験と平行して行った豚 23 頭での接種試験では, 高濃度のウイルスを接種した群の数例が軽い症状を示した程度で家兎感染価にはほぼ一致して免疫を獲得し, 中和抗体は 640~1,280 倍に達した。LA ウイルス接種群では牛 5 頭, 水牛 4 頭ともに 10², 10⁴ TCID₅₀ のウイルス量でほとんど臨床反応なく免疫され, 中和抗体は 7~13 日目から証明可能で, 約 2 週間で最高となり, 牛で 40~160 倍, 水牛では 160~320 倍に達した。豚 20 頭ではほとんど臨床反応なく免疫を獲得し 8~10 日目から中和抗体が証明可能となり, 2 週間で 160~640 倍を示した。

(2) カンボジア家畜の牛疫感受性について

野外流行例に由来した水牛継代株 (B ウイルス) を在来の水牛, 牛, 豚の各群に接種感染させ, 臨床症状, 鶏胎児細胞培養法による血中の中和抗体などを観察しながら 20~42 日間にわたって経過的に殺し, 剖検変状, 臓

器の補体結合 (CF) 抗原性および家兎接種法によりリンパ節内のウイルスなどを調べ, 各家畜の牛疫感受性を比較検討した。その結果, これらの家畜はいずれも 2~4 日の潜伏期を経て発熱発症した。水牛では食欲廃絶, 粘膜の紅潮, 眼やに, 鼻漏, 下痢などが認められ, 15 頭のうち斃死 2 例, 瀕死期殺 2 例があり他は試験殺された。剖検変状では各部リンパ節, 消化器系粘膜, 肝, 脾などに重度または中等度の牛疫変状を示した。牛 13 頭, 豚 17 頭では症状は軽度で, 食欲減退, 元気消失などが認められ, 全例を経過的に殺処分したところ剖検変状も軽度であった。

リンパ節内のウイルスは水牛で接種後 3~9 日目, 牛, 豚では 3~5 日目の間に証明され, 臓器の CF 抗原性は水牛で接種後 3~10 日目, 牛では 3~9 日目, 豚では 3~6 日目の間に証明可能で扁桃腺やリンパ節などが強い抗原性を示した。中和抗体は各家畜ともに接種後 7~9 日目から証明可能で感染後耐過した水牛では接種後 2 週間で血清希釈 640 倍に達した (図 9-1, 9-2, 9-3)。

以上から在来家畜の牛疫感受性は水牛が最も高く, 牛豚は同程度で低かったが, 水牛でも感染耐過例があることから和牛に較べると明らかに低いことがわかった。

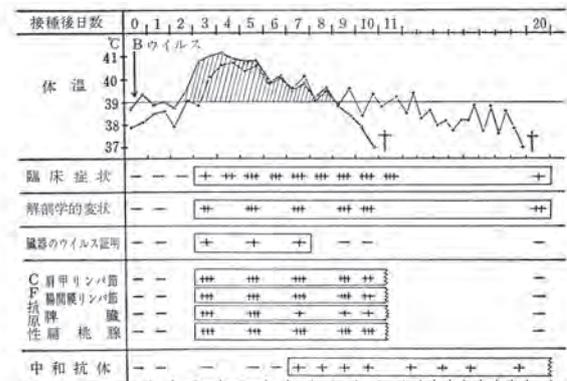


図 9-2. 野外ウイルス水牛継代株 (B ウイルス) 感染に対するカンボジア在来水牛の反応

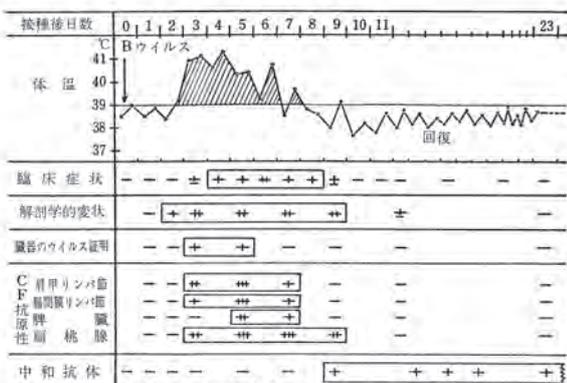


図 9-1. 野外ウイルス水牛継代株 (B ウイルス) 感染に対するカンボジア在来牛の反応

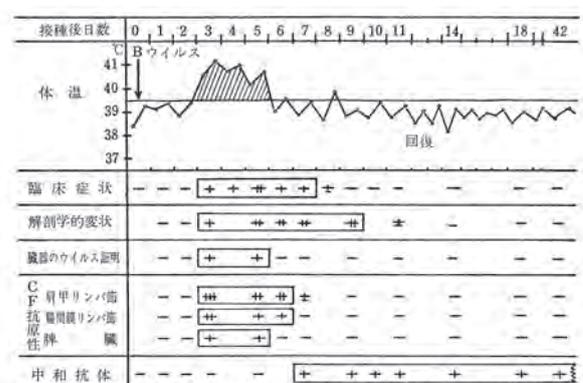


図 9-3. 野外ウイルス水牛継代株 (B ウイルス) 感染に対するカンボジア在来豚の反応

3. インドネシアにおける牛疫調査と在来家畜に対する LA ワクチンの病原性と免疫原性

インドネシアのバリ島の Jembrana 県に 1965 年 (昭和 40 年) 頃から急性で致死率の高い牛の流行病が発生し、島内一円に波及し、同島の牛の飼養頭数の約 10% に相当する 3 万頭余が死亡した。

本病の発生状況、症状、疫学的所見から牛疫が疑われた。

そのため、インドネシア政府から FAO を介して、中村稔治博士に病性鑑定への協力依頼があり、私が FAO 専門家として 1967 年 (昭和 42 年) 7 月から 1968 年 (昭和 43 年) 5 月までインドネシアに出張した。バリ島には適当な実験施設がなかったので、バリ島に近いジャワ島東部のスラバヤ市郊外にある家畜ウイルス病研究所に赴任し、ここを基点として調査に当たった。

この研究所はアメリカ合衆国の援助により、口蹄疫研究所として設立されたもので蒸留水製造施設やワクチン製造施設、所員の宿舎等が完備されていた。

ここを基地として、月に 1~2 週間、フェリーや飛行機によりバリ島に出張し、バリ島獣医支所の協力を得て現地の調査に従事した。

バリ島では牛疫 LA ワクチンによる家畜の牛疫予防が行われていたが在来家畜の牛疫感受性は明らかでなかった。そのため私は家畜ウイルス病研究所の Ko Khing Hay 室長と協力して、バリ島の牛 (バリ種)、豚およびジャワ島の牛 (マズーラ系雑種) を用いて、牛疫ウイルス LA 株の病原性と免疫原性を調べた。

その結果、在来の牛は LA ウイルス感染にかなり抵抗的で、豚は牛に比較し感受性が高いと考えられる次の成績を得た。

- 1) 10^5 TCID₅₀/ml の力価を持つ LA ウイルスをバリ種の牛 21 頭で Titration した結果、牛では $10^{3.5}$ ID₅₀/ml を示した。感染牛はいずれもほとんど接種反応なく、鶏胎児細胞の組織培養法によって調べた中和抗体は接種後 7~21 日目から証明可能となり、4 週目に最高に達し、抗体価は 20~320 倍 (平均 160 倍) であった。
- 2) マズーラ系雑種牛 4 頭に 10^2 および 10^4 TCID₅₀/ml の LA ウイルスをそれぞれ 2 頭ずつに接種したところ、この種の牛も臨床的にはほとんど無反応で、中和抗体は 10^4 TCID₅₀ 接種群の 2 頭と 10^2 TCID₅₀ 接種群の 1 頭に接種後 10~25 日目に証明可能となり、抗体価は 5~320 倍を示した。

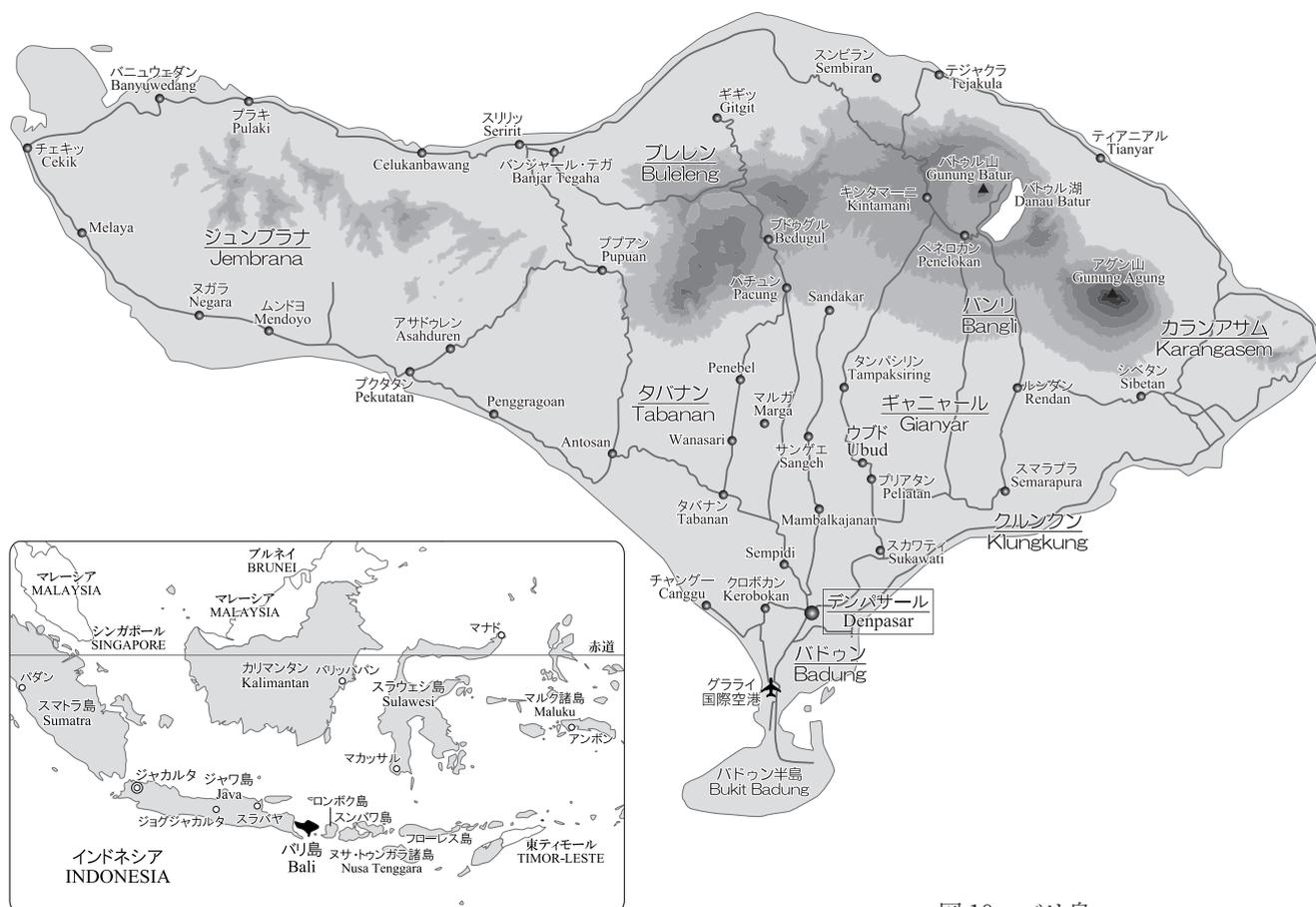


図 10. バリ島

3) 10^3 TCID₅₀/ml の LA ウイルスをバリ島の豚 22 頭で Titration したところ、豚では 10^5 ID₅₀/ml を示した。感染豚はほとんど接種反応がなく、中和抗体は接種後 7～14 日目から明らかとなり、28 日目には 20～1,280 倍（平均 540 倍）に達した。

4) バリ島各地の LA ワクチン注射済み家畜 60 例（牛 55 例、水牛 5 例）では 52 例が中和抗体陽性で陽性率は 86.7% であった。抗体価を測定した 43 例では 10 倍 5 例（11.6%）、20 倍 5 例（11.6%）、40 倍 7 例（16.3%）、80 倍 11 例（25.6%）、160 倍以上 13 例（30.2%）および 320 倍以上 2 例（4.7%）で LA ウイルスを接種した実験例と大差はなかった（以上の結果は 1968 年（昭 43 年）8 月、第 66 回日本獣医学会に報告）。

私はインドネシアに滞在した 5 カ月間にバリ島の村々をくまなく訪ねて調査したが、滞在期間中にはジエンプラナ病の発生は認められなかった。

私が帰国した後、家衛試から JICA（国際協力事業団）派遣専門家として、石谷類造（故人）、山本春弥、森脇正の各氏、日生研から吉田紀彦氏がインドネシアに派遣され、調査が行われたがジエンプラナ病は未だに未解決である。

4. ビルマ連邦（ミャンマー）における家畜防疫と活動

ビルマ連邦では FAO、OIE により口蹄疫は発生が確認されていたが牛疫の流行は定かでなく、牛疫防疫のためビルマ連邦政府の要請によりコロンボ計画派遣専門家と

して同国農業省獣医学研究所とラングーン（ヤンゴン）獣医大学に 1973 年（昭和 48 年）2 月より 1976 年（昭和 51 年）2 月まで出張した。

ビルマ連邦には 1966 年（昭和 41 年）6 月から 1970 年（昭和 45 年）12 月まで FAO 専門家として家衛試の小原甚三氏（故人）がラングーンに滞在し、代わって家衛試の梶隆氏が 1971 年（昭和 46 年）6 月から 1973 年（昭和 48 年）6 月まで FAO 専門家としてラングーンに滞在した。

私の任務は当初、獣医学研究所で牛疫防疫のために、日本から無菌送風装置や無菌箱、恒温機、培養瓶、細胞培養液、子牛血清などを供給して LA ウイルスの組織培養を行って凍結乾燥ワクチンを製造し、野外で応用する計画であった。しかし、獣医学研究所が郊外の丘の上であり、しかも空港の近くにあつて、離着陸する飛行機がすぐ上を通るので給水塔を立てることができず、且つ、度々停電して恒温機が使用できなかった。

当初、日本から持参した細胞や培養液を使って実験的には種ウイルスを継代することができたが、現地での培地などの調達や子牛血清の補給が困難でまた度々の停電などにより組織培養法によるワクチン製造は困難の見通しとなった。

その後獣医大学の学長からの要請で 2 年間、6 年制の獣医大学の 5 年生の獣医伝染病学の教育に当たった。

そして 1976 年（昭和 51 年）2 月、3 年間の任期を終えて帰国した。



写真 1. カンボジア前国王から下賜された勳章と勳記（1966 年）



写真 2. カンボジア前国王から下賜された勳章をつけて（1966 年）

幸いにも私の任期中、牛疫の流行は認められなかった。

終わりに

以上、私は1963年(昭和38年)から3年間にわたるカンボジアにおける牛疫防疫活動を振り出しに東南アジアにおける技術協力、農林水産省家畜衛生試験場における牛疫ワクチンの改良や備蓄、診断法の開発研究に24年間にわたって従事した。特にカンボジア王国はフランスの元保護領であった関係で公用語がフランス語で実験室活動はカンボジアパスツール研究所の施設を使用して予想以上の成果を挙げる事ができた。私がパリパスツール研究所で研修を受けた関係で Goueffon 所長も喜んで研究所の施設設備を提供して頂き、二人の現地人助手 Mr. Prom Sroeung と Mr. Ros In を実験室活動に付けて頂いた。このようにカンボジアでは野外活動専門家と実験室専門家の一致協力によって牛疫を撲滅することができた。得られた結果は逐一カンボジア王国農業省獣医局 Dr. Srey Thonn 局長に報告した。そして3年間の牛疫撲滅活動を終えるに当たり、カンボジア前国王国家元首ノロドム・シアヌーク殿下から有功勲章“Chevalier (騎士)”を下賜された(写真1, 2)。

謝辞

牛疫防疫に終始ご指導を賜った日本生物科学研究所所長であった中村稔治博士は昭和50年1月4日他界され、高尾霊園(都内八王子市初沢町)B地区の墓地に眠っておられます。

また、牛疫防疫活動に携わった24年間にご指導を賜った諸先輩並びにワクチン開発にご協力を頂いた技術職、洗浄室、培養基室の職員の方々に厚く御礼申し上げるとともに、故人となられた方々のご冥福を心よりお祈りいたします。

学会・研究誌等に発表した研究成果、参考文献並びに資料

- 園田暁郎・古谷 武・Prom SROEUNG・Ros IN. 昭. 41 (1966)
弱毒化牛疫ウイルスのカンボジア家畜に対する病原性と免疫原性.
第62回日本獣医学会記事. 日本獣医学雑誌 28 (学会号). 470.
- 園田暁郎・古谷 武・Prom SROEUNG・Ros IN. 昭. 41 (1966)
カンボジア家畜の牛疫感受性について.
第62回日本獣医学会記事. 日本獣医学雑誌 28 (学会号). 470-471.
- 園田暁郎・古谷 武・Prom SROEUNG・Ros IN. 昭. 42 (1967)
カンボジアの野外家畜における牛疫中和抗体の分布について.
第63回日本獣医学会記事. 日本獣医学雑誌 29 (学会号). 79-80.
- 園田暁郎. 昭. 43 (1968) 7月
インドネシア共和国のバリ島に発生した“いわゆるジェムブラナ病”について—バリ島における牛疫の抗体調査およびこれに関連する諸実験を中心として.
水曜会記事. 家畜衛生試験場 17(7). 1-3.
- 農林省農林水産技術会議事務局[編]. 昭. 43(1968)10月
東南アジアにおける家畜伝染病の特性と分布.
I. カンボジア・タイ
熱帯農業技術叢書第4号. 農林省農林水産技術会議事務局. 118.
- 園田暁郎. 昭. 44 (1969) 8月
カンボジアにおける牛疫撲滅活動.
海外技術協力第186号. 海外技術協力事業団. 70-79.
- 園田暁郎・Ko Khing Hay. 昭. 44 (1969)
インドネシアの家畜に対する牛疫ウイルス LA 株の病原性と免疫原性について.
第67回日本獣医学会記事. 日本獣医学雑誌. 31. 44.
- 園田暁郎. 昭. 47 (1972) 3月
牛疫組織培養ワクチンの保護物質について.
凍結・乾燥と保護物質. 根井外喜男編. 東大出版会. 63-77.
- 園田暁郎. 昭. 46 (1971) 3月
牛疫—予防液の改良—組織培養ウイルス予防液の開発.
家畜衛生試験場年報 11 (昭和44年度). 100-104.
- Akiro SONODA, 1971
Susceptibility of cattle, buffaloes and swine in CAMBODIA to Lapinized-Avianized Rinderpest Virus. National Institute of Animal Health Quarterly Vol.11. 134-144 (1971). Kodaira, Tokyo, Japan.
- 園田暁郎・徳田悟一・石井助満・古谷 武・山根 節. 昭. 45 (1970)
牛疫の組織培養ワクチンに関する研究.
I. VERO細胞によるワクチン製造の可能性について.
第69回日本獣医学会記事. 日本獣医学雑誌 32 (学会号). 13-14.

12. 園田暁郎・石井助満・徳田悟一・古谷 武. 昭.45 (1970)
牛疫の組織培養ワクチンに関する研究.
II. VERO 細胞によるワクチンの製造法に関する基礎
試験.
第 70 回日本獣医学会記事. 日本獣医学雑誌 32 (学会
号). 170-171.
13. 園田暁郎・石井助満・古谷 武. 昭.46 (1971)
牛疫の組織培養ワクチンに関する研究.
III. Vero 細胞によるワクチンの量産法の検討.
第 72 回日本獣医学会記事. 日本獣医学雑誌 33 (学会
号). 194.
14. 園田暁郎・石井助満. 昭.47 (1972)
牛疫の組織培養ワクチンに関する研究.
IV. Vero 細胞によるワクチンの保存性と免疫効果.
第 74 回日本獣医学会記事. 日本獣医学雑誌 34 (学会
号). 206.
15. 園田暁郎. 昭.47 (1972) 11 月
牛疫組織培養予防液に関する研究.
FAO/OIE アジア・オセアニア地域獣疫国際会議 講演
16. 前田 稔・園田暁郎. 昭.48 (1973) 8 月
Vero 細胞のハムスター頬袋における移植試験.
家畜衛生試験場研究報告 第 67 号. 33-37.
17. 園田暁郎. 昭.49 (1974)
2. 牛疫ワクチン
動物のワクチン. 北里研究所編. 養賢堂. 21-30.
18. 園田暁郎・山根 節・尾崎雄一. 昭.52 (1977)
牛疫ウイルス弱毒株の凍結乾燥による長期保存.
凍結及び乾燥研究会会誌 24. 8-13.
19. Akio SONODA (National Institute of Animal Health).
November 1983.
Production of Rinderpest Tissue Culture Live Vaccine.
JARQ: Japan Agricultural Research Quarterly
Vol.17 No.3. 191-198. (Tropical Agriculture Research
Center, JAPAN).
20. 吉田和生. 平.20 (2008)
牛疫および牛系牛疫毒釜山系を巡る東アジアの家畜
防疫小史.
動物衛生研究所研究報告 第 114 号. 69-75.
21. 山内一也. 平.21 (2009) 8 月
史上最大の伝染病 牛疫, 根絶までの 4000 年.
岩波書店.

