

鶏のロイコチトゾーン症の研究史における暗中模索からの脱出記録(21)

| | |
|-------|--------------------------|
| 誌名 | 畜産の研究 = Animal-husbandry |
| ISSN | 00093874 |
| 巻/号 | 683 |
| 掲載ページ | p. 401-406 |
| 発行年月 | 2014年3月 |

鶏のロイコチトゾーン症の研究史における 暗中模索からの脱出記録(21)

秋葉和温*

53年当時は、それまで有効と判定していた2種の飼料添加物(クロピドールと商品名:パンコクシン)が、現在(53年)も有効であるかどうか。また初年度に上述の2種の飼料添加物を使用した鶏群は、次年度にどのような自然感染状態を示すものであろうかについて前述の三次支場との共同研究で実施中であつたので、(±)という表現で示していた。

この試験の結果は、パンコクシンでは規定量で初年度(53年)は完全に感染を防止していた。まだ有効であつた。2年目(54年)は無投与であるが、22羽中9羽が感染した。クロピドール ppm の投与群でも初年度(53年)は完全に感染を阻止していた。これも、まだ有効であつた。しかし、54年には22羽中6羽が感染した。その後有効なことが判明したゾーリンの125ppmの投与群では53年には20羽中7羽感染した。54年には前年に感染した7羽は再感染は見られなかったが、前年に原虫を確認しなかったもののうちの6羽に原虫が認められた。このゾーリンについては第3章に記載している。

この試験では53年の6月~11月までと54年の1月と4月~9月の間に毎月1回宛、寒天ゲル内沈降反応を実施し抗体の消長を見ている。しかし、2年次に感染の見られた鶏と見られなかった鶏との間で、抗体の推移に、感染したことを裏付ける差は見られなかった。すなわち、このような抗体の推移をしているから、この鶏は感染し、この鶏は感染しなかったと言えるような差は見つけられなかったということである。簡単には結論を出し得なかったのである。別の血清反応での観察が必要であるかもしれない。

10月以降の餌付けヒナは感染の対象となる。

この二年次の鶏群に図に示した対策が、それぞれ採られると、処置後の感染は(-)が51.6%、(±)が20.9%、(+)が27.5%となる。すなわち、53年に感染し、発症し、病性鑑定の対象となった鶏は、

飼料添加物、動物用医薬品の利用の結果、30%前後しか存在しなかったことになる。

ところが、52年は51年の1月から9月の間の鶏全部、または大部分のものにピリメタミンとサルファ剤の合剤が使用されていたと考えられるので、それらは43.2%で、53年の27.6%と合わせて、70.7%のものが感染対象鶏群として存在していたことになる。

さらに、プロイラー群は52年も53年も、大部分に添加物が利用されていたため、感染は防止されていたので、日本に飼育されている鶏全体から見ると、この比率はさらに低くなる。また導入ヒナの県内、地区での比率によっても多少の差があるものと思う。

その上に添加物投与の延長とか、殺虫剤での対応鶏群に、52年の流行の経験から、動物用医薬品が使用された場合は、この比率はさらに低くなることは論をまたない。

このような52年と53年の感染発症の対象となる鶏群の大きな差が、流行の程度に最大の影響を与えたものと推定している。

このように、その年の感染発症の可能性のある鶏群の大小が、その年の流行の強弱、軽重に最も大きく影響を与えるものと思っている。したがって、その年度における各種の対策とその効果を考慮した感染の対象となる鶏群の比率を常に念頭に置いて流行状況を考察する必要があると思っている。

殺虫剤散布に関連した知見

また飼料安全法の施行により、産卵鶏を本症の感染から防除するための重要な対策の1つとして殺虫剤散布事業が開始されたため、各地で各種の試験が実施されるようになった。この殺虫剤散布事業のきっかけとなったものは、このような状況になることを予想しないで、単に鶏の飼養管理上、有害なヌカカ防除を目的として実施された日本特殊農薬(株)の大塩・馬場(1976)のプロボクスールによる

* 元農林水産省家畜衛生試験場 (Kazuo Akiba)

ヌカカ防除試験成績である。すなわち、シャーレ試験(濾紙接触試験)で、きわめて速効的に作用し、この効力は散布後7日は持続すること、また野外試験では鶏舎にライトトラップをさげ、これに捕虫されたヌカカ数と吸血率を調べて効果判定し、その結果、散布後3~7日は有効と判定されたこと、したがってヌカカの発生時期に7日間隔でプロボクスールを連続散布すればヌカカを防除でき、ひいては鶏の生産性向上に役立つものと思われるとしている。

この大塩らの成績から行政当局による殺虫剤の1週、1回の散布事業が始まったと見て良い。

したがって、昭和52年にはプロボクスールと静岡県養鶏試験場での椎原らによるシャーレ試験成績の出ていたBPMCの2つの殺虫剤が主として全国的に使用された。その後、福井県畜産試験場でのセビンやセビンと展着剤(これは共力剤のS-421と界面活性剤よりなるもの)の混合散布による成績が出されるなどで、BPMC、セビン、プロボクスールなどのカーバメイト系殺虫剤による散布が全国的に実施されると共に、これらの事業に並行しての効果判定が各地で実施された。

さらに上述の3種のカーバメイト系殺虫剤以外にピレスロイド系のもの、低毒有機燐系のものなども、各地で実施された。

シャーレ内試験(濾紙接触法)ではノックダウン・タイムなどをもとにしての速効性、残効性の試験も大塩らに続いて、多くの方々によって個別に実施され、それぞれの殺虫剤による特徴が報告されている。

一方、野外試験成績ではライトトラップでの採集数と吸血率の推移を観察することで、殺虫剤の効果判定が行われ、多数の調査成績が各県から出されている。

これらの中には、BPMCを毎日、3日間隔、7日間隔で散布し、採集数と吸血率を調べた成績があった。その中の毎日散布した試験区の成績でも、ヌカカの採集数で無散布区と、そんなに差があるようには認められず、吸血率でわずかに差があるような成績であった。

また同一鶏舎にプロボクスールを4回散布して、ヌカカの採集数と吸血率を求めた試験で、前の2回は散布後、採集数が急激に減少し、非常に効果があったような成績が得られているにもかかわらず、

次の2回の散布では、いずれも散布の翌日にもみ、一時的に減少しているのみで、その次の日は散布前よりも多く採集され、効果があったとは判定されなかったという成績が得られたということで、この試験をされた日本特殊農薬(株)の大塩さんが、この相反する成績をどう考えたら良いでしょうかと、鶏病支場の私の研究室に相談にこられたのである。

殺虫剤については本場の北岡技官が担当しておられたので、私自身は殺虫剤に関しては、関心も示すこともなく、しかも、一度も使用したことがなかったのである。したがって、この大塩さんの矛盾するデータの解釈を求められても、それを説明することは全くできませんと答えたのである。しかし、それ以来、この問題は“なぜだろうか”ということ、私の頭から離れることはなかったのである。

ところが、幸いにも、鶏病支場内で、毎年、ヌカカの季節消長を調査していた鶏舎にワクモ(鶏を好んで吸血する小型のダニ、*Dermanyssus gallinae*)が多数寄生したのである。そのため、殺虫剤に関しては北岡さんという訳にもゆかず、致し方なく、養鶏雑誌に載せられていたワクモ駆除試験成績の報告を参考として、BPMCの粉剤を散布したのである。翌日、ワクモはほとんど全部死亡し、床面に落下して死亡しているのが確認されると共に、ライトトラップにつけた捕虫網に採集されたヌカカも全部死亡していたのである。私はとっさに、これだと気付いたのである。

すなわち、捕虫網の中には殺虫剤の影響を受けて死亡するヌカカも、死亡する前に光に誘引されて捕虫網に入るので、採集された数だけでは、効果判定はできないが、効力があれば死亡しているヌカカが多くなるし、効果がなくなれば、生きているヌカカが増えるということになるのである。

普通、一晚、ライトトラップを使用してヌカカを調査している時は、朝出勤して、鶏舎に行き、ライトトラップにつけている捕虫網を回収して実験室に持ち帰り、その捕虫網を大きなビニール製の袋に入れ、ついで、その袋の一部にクロロホルムを湿した脱脂綿を入れ、麻酔させて殺して、その数を数えるのである。これは朝回収した時、まだ捕虫網の中には生きているヌカカが見られるからである。

しかし、BPMCを散布した翌日は、捕虫網の中に生きたヌカカはいなかったのである。採集された

ヌカカの数を数えるのに、クロロホルムでの殺虫が必要でなかったのである。

その後、3種のカーバメイト系殺虫剤を散布し、生存ヌカカと死亡ヌカカに分けて観察したところ、この生存率の調査に基づいて殺虫剤の効果判定をするに殺虫剤別に効果に差のあることや、前述したプロボクスールの連続4回の散布で前2回の散布時と後の2回の散布とで、相反する成績が出たことに対して、当時は説明できなかつたが、この一連の殺虫剤の試験で、ヌカカ数が減少傾向にある場合、すなわち減少期または下降期にある場合には、きわめてよく効いたような成績がで、反対にヌカカ数が増加する時期、すなわち増加期または上昇期の場合には、ほんの翌日のみで、その次の日には散布前よりも、より多く採集されるという結果となることも判明したのである。

私らの行った調査方法は次のようなものであった。

鶏病支場内の開放鶏舎で、窓に家庭用防虫網が取り付けられている12.8平方m、高さ2.3mの容積をもったもので、成鶏13羽を収容している一室を用いた。

殺虫剤はBPMCの粉剤(400g, 800g)と乳剤(250倍, 10リットル, 500倍, 10リットル)、プロボクスールの水和剤(500倍, 10リットル)、セビンの乳剤(300倍, 10リットル)とセビン+共力剤(S-421)が75%、界面活性剤と乳化剤が25%含有したものなどを使用した。これらの殺虫剤を鶏舎の内壁、天井、鶏体、床、防虫網、鶏舎の外壁などに散布した。

そしてブラックライトを取り付けたライトトラップにナイロン製の捕虫網を取り付け、前日の午後5時から、翌日の午前8時30分前後まで点灯し、捕虫網の口をゴム管でしばり、研究室に持ち帰った。

電気スタンドの光を一側から当てたナイロン製の特製の蚊帳(第2章の中で使用した蚊帳)の中で捕虫網の口を開き、光の当たっている蚊帳面で、飛翔の可能なヌカカ、動きの活発なヌカカなどを生存ヌカカとして吸血管に回収、クロロホルムガスを吸引して殺した。捕虫網の底に残っているものを死亡ヌカカとした。この中には飛翔はもちろん、活発な動きもなく、ただ脚を動かしているものや、完全に死亡しているものなどが認められる。

これら生存ヌカカや死亡ヌカカは、それぞれ実体顕微鏡下で吸血雌、未吸血雌、および雄に分けて数え、採集個体数、生存率、吸血率を算出した。

一般にニワトリヌカカは昼間は鶏舎の壁、天井、土間、窓ガラスの棧の中、柱と壁の隙間、鶏舎周辺の草むらなどで休息している。休息場所としての近くの草むらに疑問を持つ人もいるが、鶏舎の窓ガラスを閉じて観察すると、日の出直前の隠れ家を求めての移動により、明るい方に逃げようとして窓ガラスにぶつかってくる多数の吸血ヌカカが観察される。窓が開かれておれば、当然、鶏舎外に出るわけで、満腹した吸血ヌカカは、そう遠くには飛ばず、近くの草むら、その他の隠れ場所にたどりつき、そこで昼間休息しているものと考えられる。

殺虫剤が散布された日は、昼間、鶏舎内のいろいろの場所で休息しているヌカカは、殺虫剤の影響を受けて、ほとんど全部死亡するものと考えられる。生存ヌカカがいるとすれば、天井のない高い屋根裏とか、壁と柱の隙間深く侵入しているものなどで、殺虫剤のゆき届かなかつた場所で休息している少数のヌカカに限られているものと推定される。

散布日の夜、吸血のために鶏舎に集まってきたヌカカは吸血時に鶏体に散布されている殺虫剤に触れることになるし、吸血後の休息時にも壁、天井、床、土間などで殺虫剤に接触する。また鶏舎に侵入したものの、当日の夜、吸血欲のないヌカカや雄ヌカカも、一晩中、飛んでいるわけではなく、必ずどこかに止って休息していることが考えられる。この際、これらのヌカカも殺虫剤に触れることになる。しかも、鶏病支場での、この鶏舎の窓には家庭用と同様の防虫網が設置されているので、室内に侵入する時にも防虫網に散布されている殺虫剤に触れることになる。このことは殺虫剤の効果判定をより正確にする結果となっていると思っている。

これらの色々の場所で殺虫剤に接触したヌカカは死亡して床に落ちるもの他、一部のものは瀕死の状態でも、夜間から明け方までの色々の時間帯にライトトラップの光に誘引されて捕獲される。このうち、夜明け前の休息場所を求めての移動時にライトトラップに誘引されて捕獲されるものが、最も短い時間を経過しているものと考えられる。それでも、回収時まで約4時間前後、経過している。したがって、回収時に生存しているヌカカは殺虫剤の影響を

受けなかったものと判断して良いものと思う。

もちろん、殺虫剤の無散布時期でも20~60%の範囲内で、生存率が前後している。ライトトラップでの採集で、夜間から翌朝の8時過ぎまでファンを回しており、この間にファンによって引き起こされる風とか、ファンの翼の間を通る時などで死亡するものや、捕虫網の底に埋まった際に圧死するものなどが、かなりあることになる。これらはライトトラップの構造の違いによっても多少の相違があるものと予想される。

このように見てくると、回収時に採集した捕虫網の中のヌカカを全部殺して、採集数を数えるという従来の方法は殺虫剤の作用を受けて死亡したもので、一緒にして数えていることになる。したがって、回収ヌカカの生存率または死亡率を算出することは、より理にかなったものを観察しうるものと考えている。そして、各種の殺虫剤別に生存率の低下状況、持続日数を観察し、その結果に基づいて、それぞれの殺虫剤別に散布方法、散布間隔を検討する必要がある。

私(秋葉)らは「ある程度以上のヌカカ防除をするためにはBPMCとセビンでは毎日または隔日、プロボクスールでは4~5日間隔、セビンと共力剤を混ぜたものでは7~8日間隔での散布が必要であろう」と報告している。

この試験は防虫網の設置してある鶏舎での成績であり、十分過ぎる量の散布であるので、ある意味ではシャーレ内試験と全くの開放鶏舎との中間に位する試験と考えている。そのため、今後は全くの開放鶏舎での試験が要望される。この場合は殺虫剤に全く接触しないで、直接、ライトトラップに吸引されるものもあるので、生存率がゼロにならない場合もあると予想される。しかし、要は散布前とその後の間の生存率の差により判断すれば良いので、効果判定は可能と思っている。

この生存率を下げるということは、元気で他の鶏舎へ移動するヌカカ数を減らすことになり、他の鶏舎、養鶏場へのロイコチゾーン原虫の伝播をより少なくし得ることになる。この意味からも殺虫率としなくて、生存率とした方が、理解しやすいと思っている。

この生存率調査の試験から推定すると、全国的に実施されていた殺虫剤散布事業により、実際にはかなりのヌカカを殺していたことになる。

私の研究室に研修にこられた方々に実施して貰ったり、私達と広島県畜産試験場三次支場(担当者代表 貝塚隆義技師)との共同研究で実施した成績などは次の報告書に記載している。

秋葉和温, 1984, 多頭羽飼育環境下での多発疾病(豚鶏)の防除技術。研究成果。鶏ロイコチゾーン症の防除技術の確立。(3)ロイコチゾーン原虫の感染防止と免疫。農林水産技術会議事務局編。

3. ワクチン開発についての考え方

本症は一度感染耐過した鶏は、再感染しないことから、原虫病であるが、ワクチン開発の可能性があるのではなかろうかと考えた。

私は家畜衛生試験場では最初は病毒課、その後、製造部に所属していた。その製造部では岩科一治・吉村昌吾(1954)による佐藤系鶏ペスト(Newcastle病)鶏胎児予防液の製造を引き継ぎ、私達はニューカッスル病予防液として製造に携わると共に、クリスタルヴァイオレット加 Newcastle 病ワクチンの開発研究にも携わっていたのである。これについては畜産の研究, 59巻, 第9号, 1038-1039(2005年)を参照されたい。

そこで大森常良製造研究部長にお会いして、かつて携わった Newcastle 病ワクチンの開発研究、製造の経験に基づいて、原虫病であるロイコチゾーン症に対するワクチンの可能性について試験したいが、どう思われますかと、相談に行ったのである。大森部長は支持して下さった。そして特異免疫の利用と非特異免疫の利用があるが、私は前者について検討することとしたのである。

そのためのワクチンの素材としては①ニワトリヌカカに求め、その体内に形成させたスポロゾイトを利用する方法、②鶏体に求め、第1代シizontとメロゾイト、第2代シizontとメロゾイト、溶性抗原などを利用する、③鶏卵培養原虫の利用、④組織培養原虫の利用などが考えられた。

①は少数のスポロゾイトを媒介者のいない冬から春にかけて秋ヒナ、春ヒナに軽感染させ、夏の流行期を迎えさすものである。しかし、ヌカカにはいかなる微生物が増殖または迷入しているか不明であるし、生ワクチンとして国家検定の対象となる条件も備っていなかった。③については高松らにより鶏卵培養が可能であることが報告されつつあった。

この鶏卵培養条件の検討とその培養原虫を用いてのワクチン開発の可能性の検討は高松らにお任せすることとした。④の組織培養については、まだ全く検討されていなかった。

このような状況下で、私はワクチンの素材を②の感染鶏体に求め、しかも本症の被害はスポロゾイト接種後、第2代シゾンが最大の大きさになる13～14日目の出血に起因するので、これを防御できれば目的は達せられると考え、出血死亡直前の感染鶏体の内臓、筋肉、血漿または血清などを素材として、燐酸アルミニウムゲルワクチン、コンプリートアジュバントワクチンを試作し実験室内試験を行った。感染は阻止できなかったが、非定型的パラシテミアを示す群が見られたので、これを指標としての効果判定で、後者の2回接種群が最も良く、前者の2回接種群が次に位していた。この成績から、この試作ワクチンは原虫の発育をある程度抑制しているものと判断した。

そこで、このような試作ワクチンが産卵鶏対策上、感染は阻止できなくとも感染による生産性、特に産卵率の低下をある程度防止できれば、ワクチン開発の可能性はあると判断し、岡山、広島、新潟の各養鶏試験場の協力で野外試験を実施した。岡山(代表北村技師)と広島(代表貝塚技師)の成績は産卵率の低下防止に効果があったと判定されたが、新潟(代表村山技師)では全く効果判定ができないという成績であった。これらの成績は、山口大学で開かれた第90回日本獣医学会(昭和55年10月1～4日)で「鶏のロイコチトゾーン症に対する不活化ワクチンの免疫原性 2 *L. caulleryi* の感染鶏体臓器由来の試作ワクチンの野外試験成績」と題して報告したが、この学会報告の原稿には「これらの成績は本症のワクチン開発の試みの一過程での成績であり、その意味でも野外試験が出来たことは将来のワクチン開発に資しうるものと私は確信している」と結んでいた。これらの学会報告から、ほぼ10年後にバイオ技術によるワクチン開発が始まるとは予想もしていなかった。

秋葉和温, 1984, 多頭羽飼育環境下での多発疾病(豚鶏)の防除技術。研究成果。鶏ロイコチトゾーン症の防除技術の確立。(3)ロイコチトゾーン原虫の感染防止と免疫。ウ 試作ワクチンによる効力試験。農林水産技術会議事務局編。97～99。

(私が提出した原稿は、相談なく、カットされ意のそぐわないものとなったことを、協力者にお詫びしなければならない。)

4. バイオ技術の導入によるワクチン開発について

すなわち農林水産省畜産局衛生課は昭和63年に来年度から5カ年間の新規課題として「遺伝子操作による原虫性疾病ワクチン実用化基盤技術の開発」として、38,055(0)千円を要求された。原虫性疾病としては鶏のロイコチトゾーン症が取り上げられたのである。これについては次のように書かれている。

要求理由

(1)我が国における家畜・家きんの原虫性疾患については、牛のピロプラズ病、鶏のロイコチトゾーン病、コクシジウム病などが挙げられるが、原虫の抗菌剤に対する耐性の獲得や、残留性の問題から有効薬剤の使用期間が限定されること、また一部有効薬剤が安全性の問題により、その使用が禁止されるなどにより、その防圧は困難なものとなっており、被害も恒常的なものとなっている。中でも原虫が赤血球に寄生する鶏ロイコチトゾーン病は、夏期に発生し多大な被害をもたらすものであり、従来は抗菌性製材が広く使用されていたが、これらの医薬品について、安全性などの観点で一部疑義が生じ、その使用が禁止されたため現在適切な予防・治療法がなく夏期の被害は著しく、生産性低下の主要な要因となっている。

これに対応するためには、新たな医薬品の開発が必要とされるが、産卵鶏に使用することから、残留性の問題が生じないワクチンの開発が最適とされている。しかしながら原虫は、細菌やウイルスと比較して生活環が複雑であること、その培養が困難なことから、有効かつ安全性の高いワクチンの開発はなされていない。

(2)一方、米国などでは、最近の組換えDNA技術の研究・開発の進展により、原虫の免疫に有効な抗原部分のみを使用するサブユニット・ワクチンの開発が進められ、中でも鶏のロイコチトゾーン病と近似な人のマラリア病のワクチンが数年以内には実用化される可能性が示された。これを利用して民間企業が独自に本鶏ロイコチトゾーン病ワクチンの開発、実用化を行うには、本病が我が国特有の疾病であり、かつその使用期間が限定されていることから

| 主な技術確立課題 | 64 | 65 | 66 | 67 | 68 | 年度 |
|-----------------------------------|----|----|----|----|----|----|
| ○免疫原性を有する有効成分の分離, 精製及び同定 | | | | | | |
| 1. 原虫の表面抗原の分離, 精製 | | ○ | | | | |
| 2. 各表面抗原の免疫原性の確認と科学的, 免疫学的同定 | | ○ | ○ | | | |
| ○免疫原性物質のDNA解析 | | | | | | |
| 1. 免疫原性物質を発現させる抽出, 精製 | | ○ | ○ | | | |
| 2. mRNAからのcDNAの作製と組換え体DNAの作製 | | ○ | ○ | ○ | | |
| ○免疫原性物質の大量製造 | | | | | | |
| 1. 組換え体DNAの移入による酵母などでの免疫原性物質の発現試験 | | ○ | ○ | | | |
| 2. 免疫原性物質の大量製造方法の確立 | | ○ | ○ | | | |
| ○試作ワクチンの実験室内試験 | | | | | | |
| 1. 試作ワクチンの製造 | | | | | ○ | |
| 2. ワクチンの規格および検査方法の確立 | | | | | ○ | |
| 3. 実験室における有効性および安全性試験 | | | | | ○ | |
| 4. 安全性試験 | | | | | ○ | ○ |
| ○試作ワクチンの野外試験 | | | | | | |
| 1. 試作ワクチンの大量製造 | | | | | | ○ |
| 2. 野外試験 | | | | | | ○ |

販売量に限度がある等技術投資に対する収益性が低いことなどの問題がある。

このため, 家畜・家きん分野での原虫ワクチンのうち, その実用化の可能性の高い鶏ロイコチトゾーン病ワクチン開発のため関連民間企業の技術力を結集し, 当該ワクチンの開発を推進するとともに,

これら成果をもとに, 原虫ワクチン実用化に向けての基盤技術確立のための技術開発の推進を図る。

このような検討が加えられ, 最終的に北里研究所で実用的なワクチンが開発され実際応用がされているとのこと。これらについては文献の北里研究所より送付を受けた文献を参照されたい。

【農業畜産情報】

鹿捕獲の新技术紹介 少人数で効率的に 森林総研

森林総合研究所は2月4日、東京都内で講演会「新たなシカ管理に向けて」を開き、ニホンジカの個体数管理の新技术を紹介した。鹿の視覚、聴覚を利用する捕獲方法や、捕獲の評価方法を説明。参加者からは「より少ない人数で効率的な猟ができる」との期待する声相次いだ。

同技術はニホンジカによる農林業被害を減らそうと、2010年から農水省のプロジェクトとして取り組んできた。研究を重ね、伝統的な狩猟方法とは違う新たな技術を開発した。講演会には、自治体や狩猟団体関係者ら180人が参加した。

信州大学の竹田謙一准教授は視覚、聴覚刺激を利用して、鹿を捕獲しやすい場所に誘いこむ方法を研究。(1)鹿の警戒心を解く鹿の等身大模型(2)交尾期の雄鹿の求愛声(3)鹿が夜間でも認識しやすい9センチ以上の人工芝一を、誘い込みに効果的な具体策として発表した。

竹田准教授は「模型や人工芝の単価が高いなど、残された課題はある」とする一方、「今後もより簡単で負担の少ない捕獲方法を提案していきたい」と話した。

この他、森林用の囲いわなと銃器を組み合わせた捕獲法や、苗木の食害数や鹿の出現頻度を基に捕獲の効果を評価する方法も紹介した。