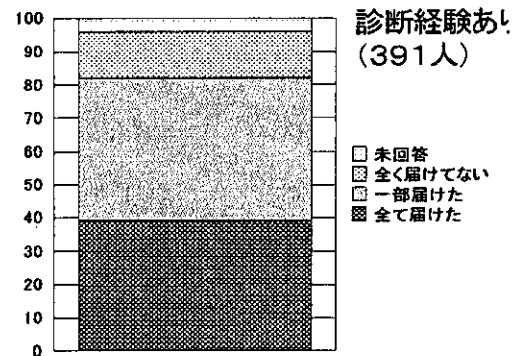


除く病院 476 人(病院の開設者または法人の代表者 2 人、病院の勤務者 474 人)、医育機関 198 人(医育機関の臨床系の教官または教員 155 人、医育機関の臨床系の勤務者(医員、臨床研修医、その他)または大学院生 41 人、医育機関の臨床系以外の勤務者または大学院生 2 人、その他 2 人(教育機関または研究機関の勤務者 1 人、行政機関の従事者 1 人)であった。主たる業務内容(最も長時間従事している業務内容)は診療 595 人、教育・研究 69 人、管理 15 人、その他・不明 2 人であった。従事する診療科名は(複数の診療科に従事する場合には主な診療科名一つのみ)、内科系 423 人(内科 271 人、呼吸器科 85 人、消化器科(胃腸科)45 人、循環器科 10 人、アレルギー科 7 人、リウマチ科 5 人)、小児科 65 人、精神・神経科 41 人(精神科 4 人、神経科 2 人、神経内科 35 人)、外科系 43 人(外科 21 人、整形外科 7 人、脳神経外科 8 人、呼吸器外科 6 人、心臓血管外科 1 人)、産科・婦人科 31 人(産婦人科 24 人、産科 3 人、婦人科 4 人)、その他 78 人(眼科 2 人、耳鼻いんこう科 5 人、皮膚科 9 人、泌尿器科 10 人、放射線科 1 人、麻酔科 2 人、その他 45 人、不明 4 人)であり、内科系がもっとも多かった。

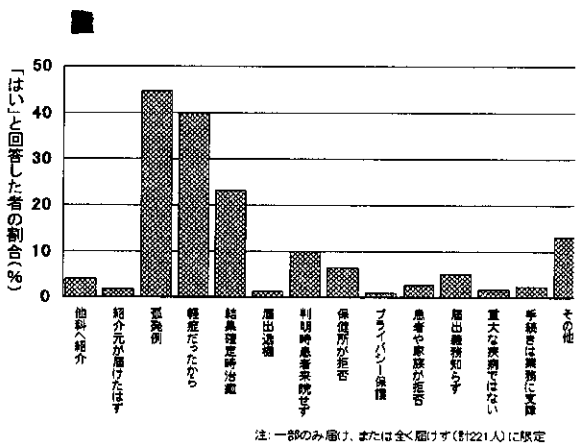
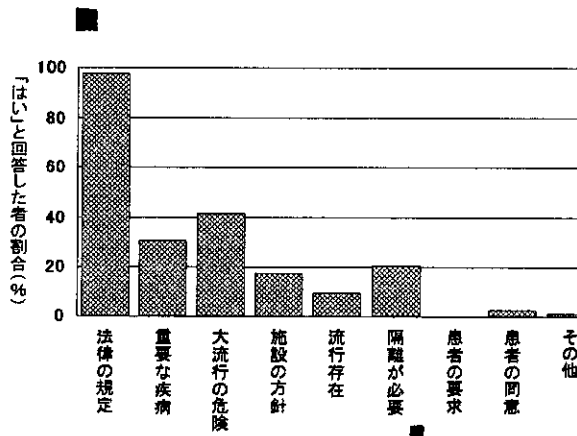
調査票に回答した 681 人中、「食品に起因した感染症が疑われる患者」の診断経験がある者は 391 人であった。それらの者の食品衛生法に基づく保健所の届出状況を図 2 に示す。全て届けた 158 人(39%)、一部のみ届けた 166 人(43%)、全く届けていない 55 人(14%)、無効または無回答 16 人(4%)と、全体の約 60%は診断しても届けなかったことがあった。



「全て届けた」と回答した 158 人の届出を行う理由を図 3 に示す。該当する割合がもっとも高かったのは「法律に規定されているから」(151 人)であった。他の理由として、「大流行を起こす危険があったから」(66 人)、「重要な疾病であったから」(47 人)、「隔離が必要な疾病であったから」(33 人)については、2 割以上の者が届出を実施した理由として取り上げていた。

「一部のみ届けている」「全く届けていない」と回答した 221 人の届出を行わない理由を図 4 に示す。「孤発例だったから」(99 人)がもっとも多かった。次いで、「軽症例だったから」(88 人)、「病原体検査結果が出たときには治癒していた」(62 人)、「病原体が検出されたときには既に患者が来院していなかった」(23 人)という理由によって届出を実施しなかったものが多かった。

その他、「保健所に連絡したが、「届けなくてよい」と言われた」(14 人)、「届出が必要とは知らなかった」(11 人)、「週末や年末などで保健所の担当窓口が閉まっていたため、届出の時機を逸した」(3 人)「患者や家族が届出を拒否した」(6 人)、「届出手続きが煩雑で通常業務に支障を来す」(5 人)という理由があげられた。



注：一部のみ届け、または全く届けず(計221人)に限定

(3) 考察

鳥取県内で小児科を主として標榜する医師に対する伝染病の届出義務に関するアンケート調査では、83%が「実際にはほとんど届けていない」と報告されている⁹⁾。本調査では40%の者が「全て」届けており、「一部届けた」を含めると、全体の80%以上の者が届出を実施していた。また、届出を実施する理由としては「法律の規定」をあげる者が最も多かった。鳥取県の調査では「法律を遵守し、きちんと届け出るべきである」とするのは全体の3.8%とごくわずかであった。今回の調査対象は、HIV 拠点病院においてAIDS診療を担当する医師であり、医師全体よりも感染症に関する意識の高い医師が多いと考えられる。

届出をしない理由では「孤発例だったから」及び「軽症例だったから」が多かった。食中毒散発発生事例では、特定の施設に患者が集中するとは限ら

ず、全体としては食中毒が発生していても、ほとんどが食中毒(疑い)とは認知されず、貴重な情報が埋没しているのが現状が示された。孤発例、軽症例に対する医師の届出を向上させる必要がある。

その他の届出をしない理由として、「病原体検査結果が出たときには治癒していたから」、「病原体が検出されたときには既に患者が来院していなかったから」をあげる者がいた。これまでの食中毒対策では、微生物学的に病原体を特定することが必要であると考えられてきた。しかし、流行調査は事件発生後に行われ、必ず全て過去にさかのぼって行うものであることから、情報収集は可能な限り迅速に行わなければならない。微生物学的な調査の結果を待つことなく、報告が円滑に実施されることが重要である。このことは、未知の病原体や化学物質を原因とする事例に対応するためにも必要である。

3. 食中毒散発発生に関する研修プログラムの開発

(1) 現状と問題点

わが国においては、疫学の発達は諸外国と比較して非常に遅れてきた。食中毒集団発生における調査方法においても、疫学的手法の取り入れが遅れていた。

一方、米国ではEpiInfoという疫学ソフトが開発され、全国に疫学者が配置され、食中毒集団発生時には疫学調査が迅速に行われ、対策が立てられてきた。EpiInfoは各国語に訳されており、多くの国々での感染症・食中毒集団発生事例の調査において非常に役に立っている。

またわが国においては、原因食品や原因施設の判明に比較して、病因物質の究明に関心が集中する傾向がある。感染症・食中毒集団発生事例の対策においては、病因物質の究明も重要であるが、原因食品や原因施設の判明も同様に需要である。病因物質の判明は、食品衛生法の発動などの対策の必要条件ではない。

散発発生においては、記述疫学(時・場所・人)の取り方を変えることにより、集団発生として捉えることができる。また散発発生は症例が発生してきた源泉母集団が不明確であるから散発発生における疫学調査デザインには症例対照研究が非常に有効であると考えられる。

①症例の定義の重要性

わが国における集団食中毒事件や食中毒事件の散発例の報告書を一覧すると、症例の定義がきちんと書かれていない場合が多い。症例の定義が具体的に記載されていないと記述疫学の構成も不可能であり、2×2表の作成も不可能となる。食中毒散発発生例においては、事例の規模状況や規模毎に具体的な症例の定義を明確に組み立てる必要がある。これを研修会の問題点として提案する。

②記述疫学の重要性

記述疫学は、仮説を創出するために、時・場所・人の視点から症例の状況を描き出す手法である。時は疫学曲線、場所は地図への症例のプロットや発生率の書き込み、人は症例の性・年齢・職業などの特徴をグラフなどで表現する。これらは様々な報告書に書かれているものの、十分利用されているとは言えず目的意識のないものまでである。記述疫学の手法を徹底するという問題提起をする。

③症例対照研究修得の重要性

疫学研究においては、症例対照研究は重要な分析疫学研究手法である。この方法には数多くの利点があるにもかかわらず、わが国の報告書にはほとんど用いられていない。一方、米国を中心とした諸外国の食中毒散発事例や感染症の報告事例には多用されており、原因究明に大きな役割を果たしている。この点について問題提起をしたい。

(2)岡山県・岡山市における疫学研修会の経験

岡山県・岡山市は、1998年より集団食中毒お

よび集団感染症事件における疫学調査の方法についての研修会を開催してきた。これらの方法論では記述疫学を徹底するために、散発事例においても応用可能な技術である。

また2年目より、米国疾病管理予防センター(CDC)で開発されたEpiInfoを標準の疫学プログラムとして用い、国際的な動きにも対応できるようにしてきた。この年からは初級者コース・上級者コースの2コースを用意して、修得状況別に複数のコースを用意してきた。

3年目からは、初級者コース・上級者コースの受講者については、あらかじめ問題集を配布してきた。さらに管理職研修として、部下がどのような研修を受講しているかということと、アウトブレイク発生時のメディア対策について、講義を行ってきた。

この年からは、なるべく大学の講師陣の講義時間を減らして、上級者コース修了者に初級者コースを講義させるようにしてきた。こうすることにより難解な専門用語を使う大学の講師陣の欠点を補うことができた。

岡山県・岡山市の疫学研修会には、近畿地方を除く西日本一円からの参加があり、様々な要望が寄せられていて、それを次年の研修会の改善に生かしている。

(3)食中毒散発発生に関する研修プログラム

①研修講師陣

最初に、疫学者・生物統計学者・食品衛生監視員もしくは自治体の生活衛生課の職員等々が講師を務める。次に、初級・上級の研修を終えた研修生がその後の講師陣を構成することにより研修生の理解を深めることになり、疫学者・生物統計学者の学習にもなる。

②研修日程

午前中は、講義が中心、午後は実習が中心。懇親会も研修の教材の一つとする。講習参加者は自

治体勤務者が中心であるので、受講はは最大月曜日から金曜日までの5日間である。通常3日程度が必要であると考えられる。

③研修テキスト

初級コース・上級コース・管理職コースそれぞれにテキストと資料集を用意する。初級コースの最大の目的は、疫学の基本を理解することとEpiInfoを使いこなせることであるので、この点については抜かすことはできない。また管理職研修にはさらに徹底したメディア対策が必要であろう。上級者コースでは、できるだけ多くの判断困難な事例を持ち寄り、討論する機会を多く持つべきである。

④研修場所

EpiInfoが動く環境で50名以上が利用できる教室が必要である。また、特に初級コースにはパソコンを使いこなせない人がいるので、大学院生もしくは講師陣を受講者5～6人に1人ぐらいの割合でティーチングアシスタントとして配置する必要がある。

⑤研修目標

各保健所のほとんどの人員が疫学を理解できるようになり、集団食中毒症・集団感染症発生においては全体がどのような調査を行っているのか、自分がその中でどのような役割を担っているのかを把握できるようになる。EpiInfoを使って、一人でも調査ができるようになる。

⑥フィードバック

研修内容を常に改善してゆくために、研修受講者から必ず、よく分かった点、分からなかった点、不満な点、感想などを研修終了後に回収して、次年度の研修の改善を図る。

⑦宿題

参加者が研修の時に学んだことを研修の時だけにしか生かせないのでは意味がないので、機会を見て自習用の教材を送付し、返送してもらって点検を行う。

⑧研修参加条件

パーソナルコンピュータがある程度使えること。マイクロソフトエクセルなどの表計算ソフトをデータベースが作成できる程度に使えること。

⑨質問票の書き込みの徹底

質問票の書き込みは食中毒調査・感染症調査の最も重要な決め手であるので、きちんとした質問票の作成および質問票の全ての項目を埋めることを徹底させる。

⑩軽い復習

研修の2日目以降は、前日に行った研修内容を短時間で振り返ったりして総合的な演習問題を与えて、前日学んだことを復習しすぐに生かせるようにする。

⑪ディスプレイ機器の活用

研修者が見ているパソコンの画面は研修者の能力によりまちまちなので、総合して流れを説明するためのディスプレイ画面を用いる必要がある。説明する人と機器を操作する人の2人1組で行う。

⑫疫学の教え方

疫学モデルを、できるだけ図示しながら教えるようにする。症例1人1人を丸等で図示しながら教えるようにする。症例の定義、記述疫学、2×2表を作成し読みとる能力を付けることは最低限の目標である。

⑬生物統計学の教え方

「検定」にとらわれ、「推定」の考え方に抵抗のある人が多いので、両方を比べながら「推定」のほう

に情報量が多いことを納得してもらうようにする。
また確率論に慣れない人が多いので、できるだけ確率論を丁寧に教える。

⑭調査の流れの教え方

研修生は食品衛生監視員であるので、もともと食品衛生の基礎知識は豊富に持っている。従って重要なのは、調査の流れの修得や仮説の探り方（記述疫学）等、仮説の立て方、仮説の検証の仕方、データの読み方、データからの判断の仕方、対策の立て方等、科学哲学や判断学をも含んだ内容を徹底して教えること。また、大学等の機関の利用方法なども教える。

⑮メディア対策について

実際の食中毒事件においてはメディア対策に大きく時間がとられる。この対策として、記者会見時の専門家の配置や記者会見時の指揮、散発事例では記者発表のタイミング、などが挙げられる。発表が早すぎるとデータの収集が不十分になるが、早ければ早いほど被害の広がり小さい。いかなる形で発表するかについても考える必要がある。

⑯初級者研修について

初級者研修の最大の目的は、疫学の基本を理解することおよびEpiInfoを使いこなせることである。加えて質問票を作成できることおよび作成された質問票をデータベースとして仕上げられることも重要である。そのために質問票には何をどのように書き込むかをしっかりと学ぶ必要がある。

⑰上級者研修について

上級者研修の目的は、初級者研修で学んだことを完全に一人でこなせること、初級者研修を終えたものに対して、疫学調査を企画できること、得られた疫学調査結果に関して自分の意見を述べるができることなどである。上級者研修を終えたものは、初級者研修の講師を務めるべきである。

⑱管理者研修について

管理職は、部下が研修している内容の概要を大まかに把握して、アウトブレイク時には部下の仕事の邪魔にならないように、また動きやすいように組織化を行う必要がある。また、メディア対策に関しても普段から入念な打ち合わせをしておき、できれば専属の報道官を定めておく必要がある。

⑲FETPJの活用について

国立感染症研究所では、日本の実地疫学トレーニングプログラムのグループが教材を作ったり研修を行ったりしている。彼等はCDCから直接講師を招いて聴講しており、また実地の健康危機管理の研修も積む必要がある。各自治体では、彼等に相談したりあるいは集団感染症・食中毒事件、散発事例における調査協力者として積極的に協力してもらうべきであると考ええる。

⑳他の自治体との連携について

他の自治体とは積極的に交流する必要がある。その理由の一つは、大規模なアウトブレイク時に援助し合うため、二つ目はノウハウの交換のため。三つ目は、流通が発達した最近のアウトブレイクでは自治体の境界線内で起こることの方が少ないからである。この中で経験交流や相互批判が最も必要であると考えられる。

(4)チームの編成

散発例であっても、担当部署は調査の発表と同時に非常にあわただしくなる。その際に、チームは連絡が取りやすく静かなところに控えておくこと。時々刻々と変わる情勢の処理は別のチームにまかせること。原因調査のチームは原因調査に打ち込むこと。

(5)考察

①これからの行政の標準仕様

他の自治体との連携が重要であり、集団を構成する個人個人が調査全体として行っていることが重要である。そのことが集団を効率よく原因調査、対策立案に動かせるために重要である。当面は集団散発を問わず、感染症の疫学、食中毒の疫学を理解する者の人数を各自治体で増やすことが重要と考えられる。

アウトブレイクにおける疫学的対応は今日では自治体の標準対応であり、各保健医療、もしくは教育施設等の施設対応の標準であると考えべきである。今日は自治体のサービスや感染症対策も質を問われる時代となっている。アウトブレイク時や散発事例発生時にあわてることなく、平時・標準時からの準備が重要と考えられる。

②報告書・学会発表・論文発表

これまでこのような試みが少なかったため、多くの地域のノウハウの交流がなされていなかった。これからは、自治体・学会・中央官庁・大学がこれらの交流や発表を積極的に支援してゆく必要がある。また、国際的に知らせるべき内容に関しては、英語での報告書や論文発表が必要であり、わが国における健康危機管理、感染症・食中毒集団発生事例の経験について諸外国と積極的に交流していく必要があると考えられる。

③食中毒の散発発生とは何か

毒性の強力なボツリヌス症では一例の発生でもアウトブレイクと見なされる。二例の発生はアウトブレイクの始まりであるので調査や聞き取り、あるいは潜在症例の存在を念頭に置いて行動すべきであろう。要するにパッシブ・サーベイランスからアクティブ・サーベイランスへの切り替えをきちんと行うべきであると考えられる。記述疫学により散発発生に関して何らかの仮説が思いつけば、即座に症例対照研究を行うべきである。

④食中毒の散発発生を認識するとは何か

パッシブ・サーベイランス、届け出等、平常から情報を受けやすい環境を整えておく必要がある。期待値以上の観察が認められれば、散発発生として症例の定義、記述疫学と進んでいくべきであろう。

⑤食中毒の散発発生を認識したときに行動に移るための決定に関する問題

パッシブ・サーベイランスからアクティブ・サーベイランスへの切り替えをきちんと行うことは、ある散発事例に対して組織として取り組むかどうかを決める際に重要なことである。保健所長・自治体責任者は、散発事例と認識したときには現場を訪れ、アクティブ・サーベイランス発動の決断が必要である。

⑥食中毒散発発生時の認識後の行動

アクティブ・サーベイランスに移行した後は、症例の定義、記述疫学作成、分析疫学への移行をおこなう。これらのアウトブレイクの標準対応と流れについては、「アウトブレイクの危機管理: 感染症・食中毒集団発生事例に学ぶ, 2000」に詳しく記載されている。

⑦DNAパターン分析の利用

「アウトブレイクの危機管理」には、「イクラしようゆ漬」事件に関する記述で、DNA解析について、「DNA解析の結果(中略)、本件の感染源は『イクラ醤油漬』と確定された」と、「調査のターゲットを絞り込むには」という2つの異なった表現が書き込まれている。「イクラ醤油漬」事件は2×2表と販路の解析により「確定する」ことができたと考えられるので、いわゆるDNA解析を必要条件のように考えるべきではないであろう。寿司という共通食に記述疫学で気がつけば、この場合散発事例が集団発生として描けることが可能であったと考えられる。

テキスト

* 岡山県・岡山市平成11年度疫学研修初級者用テキスト

* 岡山県・岡山市平成11年度疫学研修初級者用資料

* 岡山県・岡山市平成11年度疫学研修管理者用資料

* 岡山県・岡山市平成11年度疫学研修上級者用テキスト

* 岡山県・岡山市疫学フォローアップ演習解答集 No. 1 - 統計の基礎編 -

* 岡山県・岡山市疫学フォローアップ演習解答集 No. 2 - 疫学の基礎理論編 -

* 感染症・食中毒集団発生対策研究会(阿彦忠之、稲垣智一、尾崎米厚、中瀬克己、前田秀雄):アウトブレイクの危機管理:感染症・食中毒集団発生事例に学ぶ、医学書院、2000.

4. 食中毒散発的異常発生(diffuse outbreak)察知の研究機関等におけるモニタリングについて

「食中毒散発例の疫学調査マニュアル」第5章「散発的異常発生の確認」に記述されているように、食中毒事件発生の行政的な察知は、特定の集団、地域、施設との関連で発生した場合には比較的容易であるが、散発的異常発生については、容易に察知することが困難である。従って、散発的異常発生を早期に察知するためには、それなりの組織的活動が必要である。

「感染症予防法」では、感染症に関する情報の収集と公開を定めており、具体的には、中央感染症情報センターや地方(基幹)感染症情報センターの

設置が明示されている。地方感染症情報センターは地方衛生研究所等におくことになり、地方衛生研究所の新たな業務として、整備された自治体もある。

そこで、地方感染症情報センターを食中毒事件の散発的異常発生を可及的速やかに把握できる”情報収集の網”の要として、その機能を活用した散発的異常発生のモニタリング・システムの構築を試みたので報告する。

(1) 地方(基幹)感染症情報センター

地方感染症センターの設置・運用状況は、都道府県・政令指定都市毎に異なり、概ね次の

①地方衛生研究所内に設置し、センター機能の全てを業務としている。

②衛生研究所内に設置し、センター機能を衛生研究所と県庁などの感染症担当課と業務分担している。

③県庁などの感染症担当課にセンターを設置し、衛生研究所と業務分担している。

④県庁のどの感染症担当課にセンターを設置しセンター業務の全てを行っている。

の四つに分類することが出来る。

この様に、地方感染症情報センターの設置・運用が都道府県により異なるので、ここでは、①、②の形態である衛生研究所が関与している例について、モニタリング・システムを提案する。

(2) モニタリング対象食品媒介感染症(食中毒)

細菌性食中毒起因菌は多数あるが、集団発生例、孤発(散発)例も多数報告されており、更に重症化し、時には死亡例も発生する「腸管出血性大腸菌(O-157など)」とする。

腸管出血性大腸菌感染症は、感染症予防法では3類感染症に分類され、近年は年間数百例の孤発例が報告されているがその感染経路や関連食品などの疫学情報の殆どが不明である。

堺市での学校を中心とした大規模集団発生事件

以来、これに関する国民の関心も高く、行政対応が強く求められていると考えられる。

(3) モニタリング・システムの構築(図1)

①情報の発生と収集

・3類感染症としての腸管出血性大腸菌感染症

3類感染症の患者情報は、感染症予防法により診断した医師より管轄保健所に都道府県知事等当てに届出され、それに基づき保健所では疫学情報である「感染症患者等発生書(1類感染症、2類感染症、3類感染症)」が作成される。内容は発生届出受理に関する事項、医療機関、症状、推定感染原因、喫食状況、環境や接触者等である。

これに関する病原体情報は、臨床医が診断のために実施した、病原体検査の結果が上記感染症患者等発生書に記載されるが、より詳細な病原体の性状と確認のために、臨床機関で分離された菌株が衛生研究所に送付され、分析される。

・食中毒(食品媒介感染症)事件

食中毒事件は、殆どが医師または住民からの通報により察知される。管轄保健所では届出などのに基づき、患者情報、原因施設、原因物質等の調査を行い、疫学情報である「食中毒事件調査票」等を作成する。衛生研究所には食中毒事件調査票と共に、患者便、食材などの検体が送付され、病原体の分離・同定が行われ、疫学情報が補完される。

②情報の集約(データベース作成)

衛生研究所(感染症情報センター)に送付された、腸管出血性大腸菌感染症に関する疫学情報と腸管出血性大腸菌による食中毒(食品媒介感染症)の疫学情報を基に、データベースを作成する。データベース作成に当たっては、特に細菌の血清型、毒素産生能、DNAの型別などを分類コード化し、照合・検索が容易に出来るようにする。

③感染症情報委員会

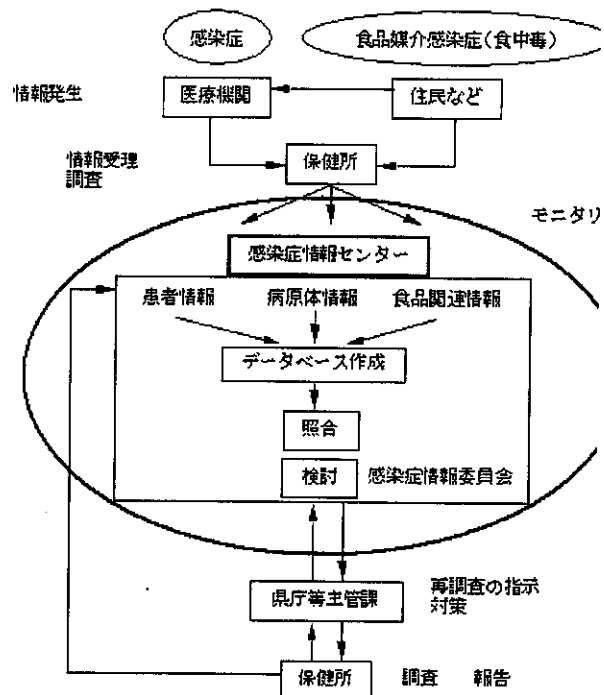
感染症情報委員会は疫学、病原体検査担当者数名で構成し、照合・検索により散発的異常発生が疑われる例が検出された場合、その詳細を検討し、判断する。

散発的異常発生と判断した場合、可及的速やかに県庁等主管課に、その事実を連絡する。

行政的な処置は、県庁等主管課の判断による。

担当保健所が主管課の指示により実施した、行政調査や衛生指導などの事後処理の結果は感染症情報センターに通知され、データベースに加筆される。

図1 散発的異常発生モニタリング・システム



(4) システムの運用

埼玉県衛生研究所には、感染症情報センターが付設されていないが、概ね上記のようなシステムを構築し、O-157に代表される腸管出血性大腸菌感染症の年間約100例ほどの散発(孤発)例と食中毒事件のモニタリングを実施しているが、現在の所、散発的異常発生例は把握していない。

腸管出血性大腸菌ではないが、1999年3月川崎市で発生した、サルモネラ・オラニエンブルグで汚染されたイカ乾製品による集団食中毒事件

については、病原体情報として1999年2月には、すでに県内での異常発生を把握していた。しかし川崎市での集団発生までその原因等を解明することが出来なかった。これは、臨床医の協力が得にくく、十分な疫学情報を収集出来なかったことも原因の一つであると思慮される。これらの経験を踏まえ、腸管出血性大腸菌感染症を例にモニタリング・システムを試みている。

D. 結論

食中毒を起こす新興病原体の増加、食物生産・流通機構の複雑化とグローバル化により、最近では食中毒が広域に散発する傾向にある。散発発生食中毒は大規模発生の前兆ないし一部でありうることから、その発見と原因究明は介入・予防対策を行う上で重要であり、そのためには強力なサーベイランスシステムと良質な疫学データの収集が必須である。

これを達成するためには、①稀な疾患の病原体など散発発生を惹起する原因に関する正確な知識に基づく正確な診断および発生把握、②散発、弧発した症例を迅速に届け出る体制の確立、が重要である。

この観点から、本研究では、文献学的検討および実態調査により散発的集団発生例から種々の問題点を整理した上で、自治体の食中毒対策担当職員に対する研修プログラムを開発するとともに、地方衛生研究所等に設置された地方感染症情報センターの散発的異常発生モニタリング機関としての活用を提案した。

これによって、食中毒の散発発生対策が進展するものと考えられる。

研究協力者

三浦 宜彦(埼玉県立大学保健医療福祉学部)
後藤 敦(埼玉県衛生研究所)
津田 敏秀(岡山大学医学部衛生学)
土井由利子(国立公衆衛生院疫学部)

谷原 真一(島根医大環境保健医学I)

中村好一(自治医大保健科学・公衆衛生学)

E. 文献

1. 論文発表

- 1) 土井由利子. 平成11年度食品保健講習会疫学各論2 散発発生食中毒疫学調査の考え方. 食品衛生研究(in press).
- 2) 柳川洋. 疫学総論1-疫学の基礎. 食品衛生研究 2000;50(9):29-42
- 3) 柳川洋. 疫学総論2-食中毒への応用-腸管出血性大腸菌O157集団発生の例. 食品衛生研究 2000;50(10):43-55
- 4) 柳川洋. 食中毒原因究明のための疫学調査. 2000;41:21878-2192
- 5) 土井由利子. 平成11年度食品保健講習会疫学各論, 2. 散発発生食中毒疫学調査の考え方. 食品衛生研究 2001; (in press).
- 6) 土井由利子. ビブリオ・バルニフィカスについて. 月刊地域医学 2001;15:136-139

2. 学会発表

- 1) Tanihara S, Yanagawa H. Surveillance system of infectious disease in Japan. International Scientific Conference on Epidemiology, Tianjin, China, 1997 September 16, Abstracts p58 1997.
- 2) Tanihara S, Zhang T, Oki I, Ojima T, Nakamura Y, Yanagawa H. A method to evaluate the incidences of infectious disease by using the surveillance system in Japan. The Second Asian Pacific Congress of Epidemiology, Tokyo, Japan, 1998 January 29, J Epidemiol 8(1):68, 1998.
- 3) 吉井健哲、大津忠弘、津田敏秀、茂見潤、太田充彦、三野善央、川上憲人、青山英康:福岡市内小学校での小型球形ウイルスによる胃腸炎集団発生事例:第71回日本衛生学会(福島)抄録集

3. 参考文献

- 1) 興津忠行、浅井良夫、鈴木理恵子、諸角浩利、松島章喜、滝沢金次郎、安田哲夫. 病原ビブリオおよびその類似菌の河川水からの検出. 環境管理技術 1992;10:254-257.
- 2) Strom MS, Paranjpye RN. Review: epidemiology and pathogenesis of vibrio vulnificus. Microbes and infection 2000;2:177-188.
- 3) Banatvala N, Hlady WG, Ray BJ, McFarland LM, Thompson S, Tauxe RV. Vibrio vulnificus infection reporting on death certificates: the invisible impact of an often fatal infection. Epidemiol Infect 1997;118:221-225.
- 4) Mouzin E, Mascola L, Tormey MP, Dassey DE. Prevention of vibrio vulnificus Infections-assessment of regulatory educational strategies. JAMA 1997; 576-578.
- 5) 岡空輝夫、星加忠孝、常井幹生、小谷倫子、大谷恭一. 伝染病の届出義務に関するアンケート調査について: 伝染病予防法の改正を願って. 日本医事新報 1995;3723;45-49.
- 6) U.S, Department of Health and Human services: Principles of epidemiology. 2nd edition. An introduction to applied epidemiology and biostatistics. Epidemiology Program Office, Centers for Disease Control and Prevention, Atlanta, 1992.
- 7) Rothman KJ and Greenland S: Modern Epidemiology. 2nd edition. Lippincott-Raven Publishers, Philadelphia, 1998.
- 8) Gregg MB. et al. Field Epidemiology. Oxford University Press, New York, 1995.
- 9) Kelsey JL. ほか. Method in Observational Epidemiology. 第2版, Oxford University Press. 1996.
- 10) Besser RE. et al. An outbreak of diarrhea and hemolytic uremic syndrome from Escherichia coli O157:H7 in fresh-pressed apple cider. JAMA 1993;269:2217-2220.
- 11) Kilbourne EM. Eosinophilia-myalgia syndrome: coming to grips with a new illness. Epidemiol Rev 1992;14:16-36.
- 12) Morse DL, Birkhead GS, and Guzewich JJ: 16. Investigating foodborne diseases. In Foodborne Disease Handbook. Volume 1. Edited by Hui YH, Gorham JR, Murrell KD, and Cliver DO. Marcel Dekker, Inc., New York, 1994.
- 13) Armstrong GL et al. Emerging foodborne pathogens: Escherichia coli O157:H7 as a model of entry of a new pathogen into the food supply of the developed world. Epidemiol Rev 1996; 18:29-51.

厚生科学研究費補助金（生活安全総合研究研究事業）
分担研究報告書

微生物危害のリスクアセスメントに関する研究
「家庭での生卵摂食に伴うサルモネラ・エンテリティディス食中毒に関する
試行的リスクアセスメント」

分担研究者：熊谷 進（東京大学大学院農学生命科学研究科）

研究要旨

家庭での生卵摂食に伴うサルモネラ・エンテリティディス（以下 SE）食中毒をモデルに、確率論的手法を導入した微生物学的リスクアセスメントを実施した。

Hazard Identification では、SE に関する情報を総括し、Exposure Assessment では食品の生産から消費までの各段階における、汚染の頻度と菌数の変化を、連続的に解析した。また Hazard Characterization では、食中毒事例データから摂食菌数と発症率との相関関係を数式化した。最後に Risk Characterization として、1 年間に家庭で生卵を消費することに伴う食中毒発生件数を推定した。

これらの解析の概要をまとめて記述し、必要な入力値とそれぞれの入力値に適用する確率分布、またそれらを組み合わせるための関数等を、表にまとめた。各入力値の取りうる範囲や結果としての出力情報は、確率分布として図示した。

本研究は本邦で初めて確率論の概念を導入した食品を媒介とする病原微生物を対照とした微生物学的リスクアセスメントである。今後の微生物学的リスクアセスメント実施のために検討すべき事項についても考察した。

協力研究者

春日文子（国立感染症研究所食品衛生微生物部）、山本茂貴（国立感染症研究所食品衛生微生物部）、岩堀淳一郎（高知医科大学）、豊福肇（WHO）、小坂健（国立感染症研究所感染症情報センター）、温泉川肇彦（国立公衆衛生院衛生獣医学部）、大森牧子（栃木県保健環境センター）、和田正道（長野衛生公害研究所）、藤川浩（東京都立衛生研究所）、広田雅光（国立感染症研究所食品衛生微生物部）

A 目的

WTO（World Trade Organization: 国際貿易機関）や CODEX 委員会での動きを背景に、世界各国で自国の食中毒対策や食品貿易上の問題解決のために、定量的な微生物学的リスクアセスメントが行われるようになった。わが国での本格的なリスクアセスメント実施に備え、家庭での生卵摂食に伴うサルモネラ・エンテリティディス（以下 SE）食中毒をモデル

に、試行的なリスクアセスメントを行った。

目標設定

本来、リスクアセスメントの目標設定のためには、まずリスクマネージャーからの明確な要請があり、それをもとに、アセッサと消費者を含む関連当事者がマネージャーと率直な議論をして最終的に決定するプロセスを経ることが望ましい。今回は試行的なアセスメントであるため、この段階を省略し、仮定の目的設定を行った。すなわち、「家庭での生卵摂取に伴うサルモネラ・エンテリティディス食中毒の頻度を科学的に推定すること」である。

全体の構成

CODEX 委員会によるガイドライン¹⁾に従い、全体の構成は Hazard Identification, Exposure Assessment, Hazard Characterization そして Risk Characterization とした。

B 方法

各入力情報源として、文献データ、関連業界の専門家からの聞き取り、電話アンケートを用いた。また、各入力情報への確率分布適用その他モデリング手法については、USDA による卵のサルモネラ・エンテリティディスに関するリスクアセスメント²⁾、FAO/WHO による卵のサルモネラ・エンテリティディスに関する

Exposure Assessment³⁾ と Hazard Characterization⁴⁾の文書、そして成書⁵⁾を参考にした。

各入力値から、@RISK ver. 4.0 (Palisade Corp., Newfield, NY)を用いて Monte Carlo simulation によるサンプリングを行ない、結果を算出した。

C 結果

本リスクアセスメントの概要を outline (表1) に示す。以下の I~IV の各要素について、入力情報として扱う項目ならびにその情報源となったデータの種類、そして出力情報をまとめた。また、Exposure Assessment において入力情報にどのような関数を適用して出力情報を算出したかについて、表2 (a~d) にまとめた。以下、詳述する。

I. Hazard Identification

サルモネラ食中毒は世界的にも最も頻繁に起こる食品媒介感染症の一つである。日本では平成 11 年に 825 件、患者数 11,888 人、平成 12 年には 512 件、患者数 6,908 人の食中毒事例が報告されている。最近 5 年間を見ても、サルモネラ属を原因とする食中毒により毎年 1~3 人の死者が発生している (厚生労働省食中毒統計ならびに速報)。

典型的なサルモネラ症は下痢、発熱、腹痛、脱水などの胃腸疾患である。ほとんどの患者は抗生物質の投与なしにも 1 週間ほどで快復する。しかし入院治療が必要な場合もある。稀に菌血症、髄膜炎などを併発し、死に至る場合もある。発

症者の 93%は医療機関にかからずに治癒し、5%が受診後治癒、1.1 – 1.5%が入院治療を必要とし、0.04 – 0.1%が死亡することも推定される⁴⁾。

2千以上ものサルモネラの血清型が人に病気を起こすことが知られている。そのうちチフス菌とパラチフス菌は全身感染を起こすことが知られ、その他は上述のように消化器症状を主とする。

その中でも、1980年代から世界的に流行を起こすようになったサルモネラ・エンテリティディスは、卵か卵に関連した食品が原因食品となることが多く、卵と家禽への汚染状況と汚染のおこるメカニズム、またそれら要因の疾病発生に及ぼす影響度は、食品衛生行政のために有用な情報である。

II. Exposure Assessment

Exposure Assessment の出力情報として卵 1 個を生で食することによる摂食 SE 菌数 $P(\text{dose}|\text{egg})$ を想定した。これを求めるために、生卵の生産段階、流通保存段階、消費段階の 3 段階について解析した。

生産段階は鶏卵農場であるが、汚染卵産卵率すなわち全鶏卵中の汚染卵の割合と新鮮汚染卵中の SE 菌数をこの段階の入力情報と考えた。汚染卵産卵率を算出するためには、文献データから、鶏群汚染率、鶏群内汚染率、陽性鶏群検出感度、そして汚染鶏の汚染卵産卵率を求め、これらの値を用いて表 2 a に示すような計算を行った。新鮮汚染卵中の SE 菌数算出方法は、USDA のリスクアセスメントに準じた。汚染卵産卵率すなわち全鶏卵中の汚染卵の頻度は図 1 のように示される。平均値は 6.94×10^{-4}

であるが、左に偏った分布を持つため最頻値 (モード) は 2.95×10^{-4} である。また、新鮮汚染卵中の SE 菌数は図 2 に示される。文献値から、1 個と 400 個の区間で指数関数を適用したためである。

流通保存段階では、市場流通卵汚染率と汚染卵中の SE 菌数を入力情報とした。殻付き卵の汚染率は産卵以降変化しないので、生産段階で算出した全鶏卵中の汚染卵の割合がそのまま市場流通卵汚染率として適用された。汚染卵中の SE 菌数の変化を推定するためには、業界の専門家からの聞き取りによる卵の流通経路とそれぞれの経路における温度・経過時間履歴を詳しく解析することが必要だった。経過温度としては、聞き取り範囲に加え、日本の平均気温を考慮した分布を採用し、また小売店では冷暖房の影響を考慮した。また、一定の温度における卵黄膜ブレイクダウン時間 (YMB Time) 関数ならびに YMB Time 経過後の卵白における SE の増殖関数には、USDA のリスクアセスメントで用いられている関数を適用した。これらの具体的なデータと数式は、表 2 b, c に示すとおりである。また、消費者にわたる直前の汚染卵中の SE 菌数は図 3 のような分布をもつと計算された。流通経路を複数に分けて解析する方法は、日本独自のものである。また、適用した温度も日本の気象データに基づいている。しかし、非常に少ない菌数のところに大きなピークを持ちかつ 10^{-4} 個付近に小さなピークを持つという結果は、USDA の結果と類似していた。

消費段階では、生卵摂食状況に関する電話アンケートの結果を利用した。アンケート結果の詳細については、平成 10 年度本

研究報告書に記載してあるが、生卵としての食べ方などについても調査してある。表 2 d に、日本の家計調査等から求めた年間一人当たり家庭での卵消費量、月間一人当たり家庭での生卵消費量に関するアンケート結果、そしてブーツストラッピング法による計算方法を示す。その結果、家庭に購入された 1 個の卵が生卵として消費される確率を、正規分布に基づくとして、消費段階での入力値として算出した (図 4)。購入卵汚染率は殻付き卵の場合消費段階に至っても変わらないため、生産段階で算出した全鶏卵中の汚染卵の割合をここでも適用した。汚染卵中の SE 菌数は家庭での卵の保存温度により変化するはずであるが、今回は卵は家庭では冷蔵保存されるという仮定を導入した。従って、流通保存段階の最後における菌数を適用した。

これらの入力情報から、Exposure Assessment としての出力情報、すなわち卵 1 個が生で食されることによりその結果として摂食される SE 菌数 $P(\text{dose}|\text{egg})$ を以下の式により求めた。

$$P(\text{dose}|\text{egg}) = P_{co} * Pre * C_{co} \quad \text{式 1}$$

ここで、 P_{co} は全鶏卵中の汚染卵の割合、 Pre は家庭に購入された 1 個の卵が生卵として消費される確率、そして C_{co} は流通保存段階の最後における汚染卵中の SE 菌数を表す。この出力値は図 5 に示すような確率分布を持った。この図の横軸は菌数、縦軸は相対的な起こりうる頻度である。この確率分布は限りなく 0 に近い菌数から急激にその頻度が低下し、その後 10^9 個にいたるまで、非常に低い確率頻度が持続する。付記した統計情報からは、平均値が 232306 であるものの最頻値は 1.27×10^{-4} であるこ

とが読みとれる。その差の大きなことから、平均値だけを見ても結果の取りうる全体像が全くつかめないことがわかる。結果の分布するグラフを描き、そこから全情報を得るべきであることがよくわかる。

III. Hazard Characterization

平成 10 年度の報告書に、食中毒事例のうち摂食菌数の判明した事例をまとめて報告した。その時の事例から得られたデータをさらに、検食材料が冷凍保存されていたか、それ以外の状態で保存されていたか、の 2 種類に分類した (表 3)。それぞれのグループにおける摂食菌数と発症率との関係を、図 6 a, b に示す。材料が冷凍以外の状態で保存されていた事例では、摂食菌数(Dose)と発症率(Pill)との間に明確な関係は認められなかった。冷凍保存されていた事例に関し、beta-Poisson 分布と指数関数分布に回帰したところ、beta-Poisson 分布の方がよく適合した。回帰式は、

$$Pill = 1 - \left(1 + \frac{Dose}{\beta} \right)^{-\alpha} \quad \text{式 2}$$

ただし、 $\alpha = 0.1382$ 、 $\beta = 57.05$ であった。

IV. Risk Characterization

汚染卵 1 個の生食に伴う発症率を、Exposure Assessment における C_{co} と Hazard Characterization から求められた回帰関数から算出すると、

$$P(\text{illness}|\text{contam.egg}) = 1 - (1 + C_{co}/\beta)^{-\alpha} \quad \text{式 3}$$

と計算された。年間鶏卵総出荷量は 2485880 トンである (表 2 b)。卵 1 個を

60 gとし、殻付き卵の流通割合 85.5%から、全家庭で消費される殻付き卵の年間総個数は 2.19×10^{10} 個と計算される。これに Exposure Assessment において求められた Pco (全鶏卵中の汚染卵の割合) と Pre (家庭に購入された1個の卵が生卵として消費される確率)、さらに式3を掛け合わせ、1万回のシミュレーションを行った結果、全国における家庭での生卵摂食に伴うサルモネラ・エンテリティディス食中毒の1年間あたり発症者数の最頻値は、44,269人と推定された。その確率分布は、図7に示される。

この結果を近年の食中毒統計と比較する。Hazard Identification でも述べたように、国外においては、サルモネラにより発症した患者の90%以上は医療機関に受診もせず治癒しているものと推定されている。さらに、受診した食中毒患者については、特に散発事例については、それらすべてが食中毒であることの診断を受け、地元保健所に報告され、集計されているのではないものと考えられる。仮に報告例が実際の患者数の5%とすると、サルモネラ症の患者は平成11年には237,760人、平成12年には138,160人だったと推定される。そのうち、サルモネラ・エンテリティディスに汚染された卵を家庭で生食することにより感染した患者数を推定する根拠を探すことは難しいが、本研究の推定値44,269人が、桁違いに過大あるいは過小評価であるとは考えにくい。

D 考察とまとめ

定量的な微生物学的リスクアセスメントに関し、わが国では他の先進諸国と比較して4、5年の遅れをとってしまった。今や国際機関によって発展途上国への啓蒙導入が図られようとしている段階である。世界最大の食糧輸入国である日本で、この手法が未だに発達していないことは極めて問題である。アセッサー(あるいはアナリスト)の育成、マネージャーその他関連組織への教育普及等、早急に体制を整えることが必要である。

リスクアセスメントの第1義的目的は、リスクマネージャーのためにより良い、またより科学的な判断材料を提供することである。したがって、その目的設定のためには、マネージャーと関係当事者、そしてアセッサーの間で十分な情報交換があるべきである。本研究は試行的なリスクアセスメントとしてこのステップを省略して開始されたが、理想的なリスクアセスメントを実施するには、上記の情報交換の方法を検討する必要があると考えられる。

目的設定だけでなく、リスクアセスメント全体の構成、シナリオの構築、関数の選択、そして最終的な推定結果に関しても、専門家ならびに行政、消費者、関連業界、すべての当事者による十分な議論を踏まえる必要がある^{1) 5)}。その議論の場をどのように設け、どのように有意義な議論を行うかが、今後の課題である。

試行的とはいえ、本研究は本邦で初めて確率論の概念を導入した微生物学的リスクアセスメントである。生卵摂食に伴うSE食中毒をモデルに、食品の生産から消費までの各段階における、汚染の頻度と菌数の変化を、連続的に解析した。また、食中毒

事例データから摂食菌数と発症率との相関関係を数式化した。最後に、1年間に家庭で生卵を消費することに伴う食中毒発症件数を推定した。このように、枠組みとしては、コーデックスのガイドラインに含まれるほとんどの要素を網羅した。また、データの種類も、文献値、専門家の意見、アンケート結果と多岐にわたり、それぞれの取り扱い方法についても一定の成果をおさめることができた。

しかし年度内に、リスクアセスメントの重要な部分である計算手法に関し、チームとして十分な吟味ができず、また、Risk Characterizationにおいて、対策の効果についての比較検討ができなかった。また、シナリオの構築から確率分布の選択にあたっては、系統的な知識の習得と習熟が必須であることが、本研究の遂行にあたって確認することができた。それら知識については、この分野で先行するアメリカとカナダの担当機関、およびコンサルタント企業の専門家から情報を入手することができた。今後、こうした知識を踏まえて、さらなる情報の入手に励み、リスクアセスメント手法の拡充を図る予定である。

謝辞

本研究を遂行するに当たり貴重なご助言、ご協力をいただいた、厚生労働省の桑崎俊昭、道野英司、柴辻正喜、USDAのEric D. Ebel、Health CanadaのAamir FazilならびにAnna M. Lammerding、そしてDavid Vose ConsultancyのDavid Voseの各氏に深謝いたします。

E 業績

論文等

- 1) Ebel, E., Kasuga, F., Schlosser, W. and Yamamoto, S.: Exposure assessment of *Salmonella* Enteritidis in eggs. MRA 00/04, FAO/WHO (2000)
- 2) Fazil, A., Morales, R. A., Lammerding, A. M., Vicari, A. S. and Kasuga, F.: Hazard identification and hazard characterization of *Salmonella* in broilers and eggs. MRA 00/03, FAO/WHO (2000)
- 3) 山本茂貴、春日文子：鶏卵における *Salmonella* Enteritidisの微生物学的リスクアセスメント—FAO/WHOによるプロジェクト、獣医疫学雑誌 4,87-89。(解説) (2000)
- 4) 春日文子：食品汚染病原微生物のリスクアセスメント、モダンメディア、第47巻、第5号、p. 1-9、(2001)
- 5) 春日文子：微生物学的リスクアセスメントと予測微生物学、食品工業、第44巻、第14号、p. 18-24、(2001)

口頭発表

- 1) 山本茂貴：リスクアナリシスの動向、第6回獣医疫学会学術集会教育講演、筑波、4月、2000年
- 2) 春日文子：海外の食中毒事情と食品のリスク評価に関する国際的な取り組み。けいはんな公開パネル討論会「食品と微生物との関わり」第1回「食品衛生の立場から」、7月28日、2000年
- 3) 春日文子、Eric D. Ebel、山本茂貴、熊谷進：生卵摂食に伴う *Salmonella* Enteritidisの暴露評価の試み。第130回日本獣医学会学術集会、10月9日、

2000年

- 4) 春日文字、Eric D. Ebel、山本茂貴、熊谷進：卵を介した *Salmonella* Enteritidis による食中毒のリスクアセスメント-Exposure Assessment。第21回食品微生物学会学術大会、10月12日、2000年
- 5) 春日文字：鶏卵のサルモネラエンテリティディス汚染のリスクアナリシス。獣疫学会勉強会、11月18日、2000年
- 6) 春日文字、温泉川肇彦、和田正道、広田雅光、豊福肇、柴辻正喜、道野英司、桑崎俊昭、熊谷進、山本茂貴：サルモネラによる食中毒の Hazard Characterization。第131回日本獣医学会学術集会、4月2日、2001年
- 7) 山本茂貴、春日文字、熊谷進：鶏卵の生食に伴う *Salmonella* Enteritidis の Exposure Assessment。第8回獣疫学会学術集会、4月4日、2001年

参考文献

- 1) E CODEX Alimentarius Commission: Principles and guidelines for the conduct of microbiological risk assessment. CAC/GL-30 (1999)
- 2) USDA-FSIS: *Salmonella* Enteritidis risk assessment, Shell eggs and egg products, Final report (1998)
- 3) Ebel, E., Kasuga, F., Schlosser, W. and Yamamoto, S.: Exposure assessment of *Salmonella* Enteritidis in eggs. MRA 00/04, FAO/WHO (2000)
- 4) Fazil, A., Morales, R. A., Lammerding, A. M., Vicari, A. S. and Kasuga, F.: Hazard identification and hazard characterization of *Salmonella* in broilers and eggs. MRA 00/03, FAO/WHO (2000)
- 5) Vose, D.: Risk Analysis: A Quantitative Guide. 2nd edition. John Wiley & Sons Ltd., West Sussex, England (2000)

表1 家庭での生卵摂食に伴うSalmonella Enteritidisによる食中毒のリスクアセスメント

Hazard Identification

SE、サルモネラ症、食中毒の現状について記述

Exposure Assessment

Input		
Stage	Input/Definition	Data
生産段階	汚染卵産卵率 Pf 全鶏卵中の汚染卵の割合 : probability of contamination at lay (at farm), Pf	鶏群汚染率、鶏群内汚染率、陽性鶏群検出感度 汚染鶏の汚染卵産卵率
	汚染卵中のSE菌数 Cf 産卵1日後までの新鮮卵中の菌数 : concentration of SE at farm, Cf	USDA model Humphrey (1991, 1993)
	流通保存段階	市場流通卵汚染率 Pds 全市場流通卵中の汚染卵の割合 : probability of contamination during distribution and storage, Pds
	汚染卵中のSE菌数 Cds 消費者や調理加工業者に購入される直前の汚染卵中の菌数 : concentration of SE at the end of distribution/storage, Cds	流通経路 温度、時間履歴 $Cds = Cf * f(T,t)$
消費段階	購入卵汚染率 Pco 消費者、業者に購入された卵のうちの汚染卵の割合 : probability of contamination at consumption, Pco	汚染卵産卵率 Pfと同じ
	家庭で生卵として消費される確率 Pre 購入された卵が生卵として消費される確率 : probability of raw egg	全国家計調査による家庭での卵消費量 電話アンケート調査結果
	汚染卵中のSE菌数 Cco 摂食される時点での汚染卵中の菌数 : concentration of SE at consumption, Cco	購入後の温度、時間履歴(あれば)なければCdsと同じと仮定 購入後は冷蔵されていると仮定
Output	卵1個の生食に伴う摂食SE菌数 $P(\text{dose} \text{egg})$ probability distribution of SE number ingested by raw egg consumption $P(\text{dose} \text{egg}) = Pco * Pre * Cco$	

Hazard Characterization

Input 食中毒報告中の定量的データ
Output 摂食菌数—発症率関係曲線 $P(\text{illness}|\text{dose})$

Risk Characterization

Input 汚染卵1個の生食に伴う発症率 $P(\text{illness}|\text{egg}) = Cco * P(\text{illness}|\text{dose})$
家庭で1年間当たり生で食される卵の個数
 $\text{Eggs consumed as raw per year at home} = Pre * \text{total egg number consumed per year at home}$

Output 家庭での生卵摂食に伴うSE食中毒の1年当たりの発症頻度
 $P(\text{illness}|\text{year}) = Pco * \text{Eggs consumed as raw per year at home} * P(\text{illness}|\text{egg})$

鶏卵内温度

温度下降係数 (k)	0.11
外気温 (T _a)	=RiskPert(min,most likely,max)
初期卵温 (T _i)	37
経過時間	=RiskUniform(min,max)
経過時間後鶏卵内温度	=(EXP(-k*(time*24))*(T _i -T _a))+T _a)

卵黄膜劣化時間 (YMB time) 関数

平均鶏卵内温度 (average egg temp)	=(EXP(-k*(time*12))*(T _i -T _a))+T _a)
log (YMB time)	=2.0872-0.04257*average egg temp

菌増殖関数

log growth rate	=-0.143+0.026*average egg temp
-----------------	--------------------------------

殻付き卵の流通経路

年間鶏卵総出荷量	うち、殻付き卵	2485880 トン	41431333333.3333 個
	液卵	85.500%	
		14.500%	

殻付き卵全体に占める割合 (%)

生協から家庭直送	11%
GPセンタ-小売店-家庭	48%
GPセンタ-問屋-小売店-家庭	2%
GPセンタ-製造業者	38%
全体	100%