原 著

数量化理論Ⅱ類を用いた細菌性食中毒の発生要因の解析

林谷秀樹¹⁾, 岩田剛敏¹⁾, Alexandre Tomomitsu OKATANI¹⁾, 斎藤行生²⁾

¹⁾ 東京農工大学農学部獣医学科 (〒183-8509 東京都府中市幸町3-5-8)

²⁾ (社) 日本食品衛生協会食品衛生研究所試験検査センター (〒425-0076 静岡県焼津市小屋敷22-6)

Analysis Using the Second-Family Quantification Theory for Evaluating Foodborne Disease Outbreak Causing Factors

Hideki HAYASHIDANI¹⁾, Taketoshi IWATA¹⁾, Alexandre Tomomitsu OKATANI¹⁾ and Yukio SAITO²⁾

¹⁾ Department of Veterinary Medicine, Faculty of Agriculture, Tokyo University of Agriculture and Technology, 3-5-8 Saiwai-cho, Fuchu, Tokyo 183-8509,

²⁾ Institute of Food Hygiene, Japan Food Hygiene Association, 22-6 Koyashiki, Yaizu, Shizuoka 425-0076, Japan
(Received 23 November, 2003 / Accepted 10 December, 2003)

Summary

The possibility of discriminating and classifying the weight of each factor involved in foodborne disease outbreaks through the use of the second-family quantification theory was investigated by applying this method to the data regarding foodborne disease collected during the year 1998. Two dependent variables were considered; the foodborne disease caused by *Vibrio parahaemolyticus* and those caused by other bacteria. Independent variables considered were the date, the number of cases, the food involved, the establishment where the food was prepared, and the establishment or place where the food was consumed. The partial correlation coefficient among *V. parahaemolyticus* and food, and *V. parahaemolyticus* and season, were relatively high, at 0.501 and 0.303, respectively. Thus, those two variables have a strong influence in discriminating the outbreak caused by *V. parahaemolyticus* from outbreaks caused by other bacteria. By restricting the type of food to seafoods, and the season to summer, the obtained category weights were 1.157 and 0.244, respectively. These results show that those two factors are strongly involved in outbreaks caused by *V. parahaemolyticus*. As well, the correlation ratio was relatively high (0.440), and the hit rate obtained by analyzing the sample score data was 81.4%. The same analysis was carried out for the data concerning outbreaks caused by *Salmonella*. In this case, however, a low correlation ratio such as 0.16 and a hit rate of only 72.3% were obtained. Thus, the majority of foodborne outbreaks due to *V. parahaemolyticus* might be discriminated based on the analysis of the above five variables by using the second-family quantification theory, though it seems inapplicable for *Salmonella* foodborne outbreaks.

わが国における食中毒の発生は平成に入り、発生件数、患者数ともに減少傾向が続いたが、平成8年度以降、食中毒は再び件数および患者数ともに増加に転じ、平成10

年には、件数3,010件、患者数46,327人にまで達した。その後は減少に転じ、平成14年度は件数1,377件、患者数17,533人になっている¹⁾。食中毒の発生にはさまざまな要因が係わっており、効果的な食中毒の発生予防対策を確立するためにはその発生に関与する要因を特定するとともに、発生に関与する要因がどの程度発生に重要な役割を果たしているかについて定量的に重み付けしていく必要がある。しかし、そのような試みは少ない。

連絡先：林谷秀樹

東京農工大学農学部獣医学科
〒183-8509 東京都府中市幸町3-5-8
Tel & Fax : 042-367-5775
E-mail : eisei@cc.tuat.ac.jp

表1 説明変数のカテゴリーの要約

1) 発生季節

	カテゴリー	要約したカテゴリー
発生季節	1. 12、1、2月	1. 冬
	2. 3、4、5月	2. 春
	3. 6、7、8月	3. 夏
	4. 9、10、11月	4. 秋

2) 患者数

	カテゴリー	要約したカテゴリー
患者数	1. 1名	1. 1名
	2. 2名以上10名以下	2. 10名以下
	3. 11名以上100名以下	3. 100名以下
	4. 100名以上	4. 101名以上

3) 原因食品

	カテゴリー	要約したカテゴリー
原因食品	1. 魚介類	1. 魚介類
	2. 魚介類加工品	
	3. 肉類及びその加工品	
	4. 卵類及びその加工品	2. 畜産食品
	5. 乳類及びその加工品	
	6. 穀類及びその加工品	3. 穀類・野菜類
	7. 野菜及びその加工品	
	8. 菓子類	4. 菓子類
	9. 複合調理食品	5. 複合調理食品
	10. その他	6. その他
	11. 不明	7. 不明

4) 原因施設

	カテゴリー	要約したカテゴリー
原因施設	1. 家庭	1. 家庭
	2. 事業所	
	3. 学校給食	2. 集団調理施設
	4. 病院	
	5. 旅館	3. 旅館
	6. 飲食店	4. 飲食店
	7. 販売店	
	8. 製造所	
	9. 仕出屋	5. その他
	10. 採取場所	
	11. その他	
	12. 不明	6. 不明

5) 摂食場所

	カテゴリー	要約したカテゴリー
摂食場所	1. 家庭	1. 家庭
	2. 事業所	
	3. 学校給食	2. 集団調理施設
	4. 病院	
	5. 旅館	3. 旅館
	6. 飲食店	4. 飲食店
	7. その他	5. その他
	8. 不明	6. 不明

本研究では食中毒の統計資料を用いて、細菌性食中毒のうち、特に我が国で発生の多い腸炎ビブリオとサルモネラを選び、多変量解析のひとつである数量化理論Ⅱ類により、これらの食中毒と他の食中毒とを判別できるかを試み、得られた結果からこれらの食中毒発生に関わる要因などについて考察した。

資料と方法

1) 資料

資料としては平成10年の食中毒統計³⁾を用い、平成10年に発生した食中毒事例のうち、細菌性食中毒について、統計資料から発生年月、発生場所、摂食者数、患者数、原因食品、病因物質、原因施設および摂食場所のデータを数値化して、Microsoft Excelに入力した。平成10年度の我が国における細菌性食中毒の発生件数は2,620件で、うち腸炎ビブリオによるものが839件、サルモネラによるものが757件であった。

2) 統計解析

統計解析には、数量化理論Ⅱ類²⁾を用い、解析ソフトとしてSPSS（多変量解析）を用いた。数量化理論Ⅱ類での解析に当たり、外的基準として、病因物質として腸炎ビブリオまたはサルモネラを選び、これらの病因物質がそれ以外かというように2大別した。説明変数としては、発生年月、患者数、原因食品、原因施設および摂食場所の5項目を選んだ。なお、説明変数として用いた項目（アイテム）は解析に当たり、各アイテムの中のカテゴリーが細分化されたままだと解析の精度が落ちるので、いくつか関係の深いものを集めて、表1に示すようにカテゴリーを要約した。数量化理論Ⅱ類による解析により、説明変数として用いた各項目（アイテム）の判別係数、レンジ、偏相関係数ならびに判別相関比を算出するとともに、事例ごとにサンプルスコアを算出して判別を行い、正判別率を算出した。

成 績

表2は、外的基準として腸炎ビブリオかそれ以外の細菌性食中毒かに分け、説明変数として発生年月、患者数、原因食品、原因施設および摂食場所の5項目を用い、数量化理論Ⅱ類で解析した結果である。なお、用いた食中毒統計資料において、説明変数として用いた原因食品、原因施設および摂取場所のデータに不明のものが多く、予備的に不明のデータを含んだまま解析を行ったが、精度が悪いと思われたので、これらのアイテムについて不明データを含む事例のデータは除外して解析を行った。数量化理論Ⅱ類による解析により、病因物質を腸炎ビブリオとその他の細菌性食中毒に分けた時、発生した細菌

性食中毒が腸炎ビブリオである時には、すなわち腸炎ビブリオの発生には、どの要因（発生季節、患者数、原因食品など）が深く関わっているか、またどの要因が両者を分けるのにどの程度強く影響しているかなどがわかる。判別係数は他のアイテムの影響を全て除いたとき、そのカテゴリーに属することが外的基準に及ぼしている影響の大きさと向きを示す。すなわち、今回の場合、その値が正の値であれば、腸炎ビブリオのほうに、負の値であれば腸炎ビブリオ以外の細菌性食中毒に分けるのに寄与していることを示し、その値が大きいほどその寄与が大きいことを示している。レンジは各アイテム間での最も大きな判別係数と最も小さな判別係数の差である。偏相関係数は、0～1の値を取り、他の変数の影響を取り除いたときのアイテムの影響の大きさを示す。すなわち、偏相関係数が大きいものほど腸炎ビブリオとその他の細菌性食中毒を判別するのに寄与していること、いいかえ

表2 腸炎ビブリオについての数量化理論Ⅱ類による解析結果

	カテゴリー	判別係数	レンジ	偏相関係数
発生季節	冬	-0.736	1.001	0.303
	春	-0.758		
	夏	0.244		
	秋	0.119		
患者数	1名	-0.36	0.517	0.156
	10名以下	0.117		
	100人以下	0.153		
	101人以上	-0.364		
原因食品	魚介類	1.157	2.432	0.502
	畜産食品	-1.097		
	穀類・野菜類	-0.429		
	菓子類	-1.275		
	複合食品	-0.867		
	その他	0.055		
原因施設	家庭	-0.306	0.581	0.169
	集団調理施設	-0.223		
	旅館	0.276		
	飲食店	0.197		
	その他	0.132		
摂取場所	家庭	0.009	0.318	0.073
	集団調理施設	-0.096		
	旅館	0.222		
	飲食店	-0.04		
	その他	-0.056		

相関比：0.440

れば、この順で腸炎ビブリオ食中毒の発生に影響を与えていることを示している。相関比は使用した説明変数全体で、外的基準をどれだけ説明できるかを示す。すなわち、この値が大きいほど2群をよく判別できていることを示す。

表2をみると、偏相関係数の値は原因食品 (0.501)、発生季節 (0.303)、原因施設 (0.169)、患者数 (0.156) および摂取場所 (0.073) の順で、原因食品と発生季節の値が高く、両者が腸炎ビブリオとその他の細菌性食中毒とを判別するのに大きい影響を与えていた。特に、原因食品においては魚介類の判別係数が1.157と正の方向で高い値を示し、原因食品の中でも魚介類が腸炎ビブリオの発生に強く関わっていることがわかる。また、発生季節についても、夏の判別係数が0.244と正の方向に高かった。また、相関比は0.440で比較的高い値を示した。

表3は、各事例についてサンプルスコアを算出し、正判別率を求めたものである。サンプルスコアはそれぞれの事例において、各アイテムの判別係数を足したものである。サンプルスコアを算出し、腸炎ビブリオの事例で正の値に、その他の細菌性食中毒の事例で負の値になれば正しく判別されたことになるが、逆になった場合、すなわち腸炎ビブリオの事例であるにもかかわらず負になったり、その他の細菌性食中毒の事例で正の値になった場合は、誤判別したことになる。今回、腸炎ビブリオの事例では、83.5%が正しく判別され、それ以外のものでも79.9%が正判別され、全体では81.4%と比較的高い正判別率を示した。

表4は腸炎ビブリオの場合と同様に、サルモネラについて数量化理論Ⅱ類により解析した結果である。この場合も腸炎ビブリオと同様に、説明変数に不明データを含む事例を除外して解析を行った。サルモネラの場合、相関比は0.16で、腸炎ビブリオに比べ低い値であった。ま

た、偏相関係数は原因食品が0.305で最も高く、原因食品の各アイテムのうち、菓子類の判別係数が1.836、畜産食

表4 サルモネラについての数量化理論Ⅱ類の解析結果

	カテゴリー	判別係数	レンジ	偏相関係数
発生季節	冬	0.615	0.413	0.079
	春	-0.036		
	夏	-0.174		
	秋	0.238		
患者数	1名	-1.094	1.476	0.205
	10名以下	0.314		
	100人以下	0.3		
	101人以上	0.383		
原因食品	魚介類	-1.406	3.242	0.327
	畜産食品	1.823		
	穀類・野菜類	-0.011		
	菓子類	1.836		
	複合食品	-0.003		
	その他	0.127		
原因施設	家庭	0.169	1.462	0.159
	集団調理施設	1.153		
	旅館	-0.264		
	飲食店	-0.31		
	その他	-0.016		
摂取場所	家庭	0.463	1.434	0.174
	集団調理施設	-0.506		
	旅館	-0.59		
	飲食店	0.011		
	その他	-0.971		

相関比：0.160

表3 腸炎ビブリオについての数量化理論Ⅱ類による判別結果

	判別結果		計
	正判別 (%)	誤判別 (%)	
腸炎ビブリオ	364 (83.5)	72 (16.5)	436 (100.0)
その他	498 (79.9)	125 (20.1)	623 (100.0)
計	862 (81.4)	197 (18.6)	1059 (100.0)

表5 サルモネラについての数量化理論Ⅱ類による判別結果

	判別結果		計
	正判別 (%)	誤判別 (%)	
サルモネラ	172 (62.3)	104 (37.7)	276 (100.0)
その他	594 (75.9)	189 (24.1)	783 (100.0)
計	766 (72.3)	293 (27.7)	1059 (100.0)

品が1.823で、両者は正の方向に高い値を示していた。表5は、サンプルスコアをだして正判別率を求めた成績である。サルモネラの事例では62.3%しか正判別できず、それ以外の事例のものでは75.9%が正しく判別されたものの、全体の正判別率は72.3%に留まった。

考 察

食中毒発生に関与する要因の特定やその重み付けを行っていく研究の一環として、今回試みとして、多変量解析のひとつである数量化理論Ⅱ類を用いて、平成10年度の食中毒統計のデータから、外的基準として細菌性食中毒のうち日本での発生の多い腸炎ビブリオおよびサルモネラを、説明変数として発生季節、患者数、原因食品、原因施設および摂取場所の5項目を選び、解析を行った。その結果、腸炎ビブリオでは、説明変数として用いた5項目により、腸炎ビブリオとその他の細菌性食中毒とを81.4%という比較的高い割合で正しく判別することができた。そして、説明変数のうち、原因食品と発生季節が腸炎ビブリオと他の細菌性食中毒との間での判別に強く寄与しており、そのうち原因食品では魚介類が、発生季節では夏の判別係数が高く、特にこれらが腸炎ビブリオとそれ以外の細菌性食中毒とを判別するのに寄与していることがわかった。これらのことは、いいかえれば腸炎ビブリオについては魚介類と夏がその発生に関わる主要な要因として働いている可能性が高いといえる。腸炎ビブリオ食中毒は夏に発生が多く、また、魚介類がその主たる原因食品になっているという知見は、すでに今までにもよく知られている事実¹⁾であるが、今回、これらの要因が腸炎ビブリオの発生に及ぼす影響等について数量化理論Ⅱ類を用いて、ある程度計量的に示すことができたことは意味があるものといえよう。一方、サルモネラの場合、説明変数として用いた項目だけでは、その他の細菌性食中毒ときれいに判別することが難しく、正判別率は全体では72.3%で、サルモネラの事例では62.3%しか正判別できなかった。このことは、サルモネラの場合、腸炎ビブリオと比べ、今回用いた説明変数だけでは他の細菌性食中毒と判別できず、いいかえれば、サルモネラの場合、今回説明変数として用いた項目においては、他の細菌性食中毒と十分に判別できるだけの特徴がないことを示しているものと思われる。したがって、今後は発生に関与すると思われる要因を洗い出して解析に加え、さらに検討していく必要がある。

なお、本研究で用いた資料は、平成10年の食中毒統計

資料だけなので、他の年度のデータでも本研究と同様の結果が得られるかということを検証する必要がある、また、解析に用いた食中毒統計データは届出のあったものだけなので、今回得られた成績が、行政機関に届けられていない事例を含めた場合でも当てはまるかどうかについても、今後の検討課題として残された。また、食中毒統計のデータは地方自治体により、データの精度にかなり違いがあり、特に、一人患者事例では多くの項目が不明で、統計解析に用いることが難しく、これらの事例は解析に当たり、除外せざるを得なかった。今後、食中毒事例の統計を取るに当たり、統計解析に利用しやすいように食中毒事例の調査項目を現在より増やすとともに、そのフォーマットを規格化し、また、統計解析に耐えられるように、地方自治体間で差が出ないよう食中毒事例の調査精度を高めていくと同時に均一化していくことが望まれる。

要 約

平成10年の食中毒統計資料を用いて、細菌性食中毒のうち、腸炎ビブリオとサルモネラを選び、多変量解析のひとつである数量化理論Ⅱ類により、これらの食中毒と他の食中毒とを判別できるかを試みた。

外的基準として腸炎ビブリオとそれ以外の細菌性食中毒に2大別し、説明変数として、発生年月、患者数、原因食品、原因施設および摂取場所の5項目を用い、数量化理論Ⅱ類で解析した結果、偏相関係数の値は原因食品(0.501)と発生季節(0.303)で高かったことから、両者が腸炎ビブリオとその他の細菌性食中毒とを判別するのに大きい影響を与えており、特に、原因食品においては魚介類(1.157)の、発生季節については夏(0.244)の判別係数が高いことから、これらが腸炎ビブリオ食中毒の発生に強く関連する要因であることが示された。また、判別のよさを示す相関比は0.440と比較的高く、サンプルスコアを算出して正判別率を求めると、81.4%と比較的高い正判別率を示した。しかし、サルモネラについても同様に解析したところ、相関比が0.16と低く、正判別率は72.3%に留まった。これらのことから、腸炎ビブリオ食中毒については数量化理論Ⅱ類により、用いた説明変数だけで他の細菌性食中毒とある程度判別することが可能であったが、サルモネラでは難しいと思われた。

参考文献

- 1) 厚生労働省医薬局食品保健部監視安全課、平成14年食中毒発生状況、食品衛生研究 53(9): 65-148, 2003.
- 2) 古谷野亘、多変量解析ガイド、川島書店、東京、

- 1997.
- 3) (社) 日本食品衛生協会編, 平成10年食中毒の統計と情報, (社) 日本食品衛生協会, 東京, 2001.
- 4) 坂崎利一, *Vibrio parahaemolyticus*, 坂崎利一編, 食水系感染症と細菌性食中毒, 153-167, 中央法規出版, 東京, 2000.