

過去23年間の死亡統計を用いてのインフルエンザによる 超過死亡の新しい推定方法と従来の方法との比較研究

タカハシ ミ ホ コ タンゴ トシロウ
高橋美保子* 丹後 俊郎^{2*}

目的 最近のわが国におけるインフルエンザによる超過死亡を明らかにすることを目的として、我々は新しい超過死亡の定義とその推定方法を提案し、既に報告した。本研究では、実際に新しい方法を用いて、1975～1997年までの23年間について、わが国のインフルエンザによる超過死亡を推定する。この結果を従来の河合・福富らの方法で推定した成績と比較し、新しい方法の特徴を指摘する。

方法 超過死亡の検討対象とした死因は、1975～1997年までの人口動態死亡統計から総死亡（損傷・不慮の事故を除く）および肺炎である。超過死亡を推定するために必要な流行月の判定基準は、インフルエンザ死亡率に基づいて検討した。この検討から導かれた最適な基準（インフルエンザ死亡率のカットオフ値）を用いて、最近23年間の超過死亡を河合・福富らの方法と新しい方法とで推定し、両方法による成績を比較した。

成績 新しい方法と比較して、河合・福富らの方法では、非流行期の死亡率の偶然変動の大きさを考慮していないため、1) 非流行期においても超過死亡が推定され、2) 各流行期については、総死亡で約2千～1万4千人、肺炎で約0.5千～3千人、超過死亡が過大推定された。その結果、両方法の間で、その年の流行の影響がどの月で最も大きかったのかという評価や、どの流行期により大きな超過死亡数があったのかという評価に違いがみられた。

結論 死亡率の偶然変動の大きさを考慮した新しい方法は、それを考慮しない従来の方法に比べて、流行期、非流行期に関わらず、妥当な超過死亡の推定値を与えることを実例で示すことができた。

Key words : インフルエンザ, 超過死亡, 季節指数, 基準範囲, 総死亡, 肺炎死亡

I 目 的

インフルエンザは、身近な感染症であり、直接の致命率が概して低いため軽視されがちな疾患である。しかし、我が国では、今後、合併症を起こすことで重篤となりやすい老人、特に基礎疾患を有する者の著しい増加が見込まれている。また、最近では新型インフルエンザウイルスの出現が懸念されているなど、インフルエンザ対策の重要性を指摘することができる。このような背景から、今後の対策に資する目的で、インフルエンザの健

康影響を把握することは重要であると考えられる。

インフルエンザの健康影響を評価する指標としては、超過死亡が提案されている¹⁻³⁾。超過死亡の推定方法としては、これまで、Serflingらの統計モデル（曲線回帰モデル）⁴⁻⁷⁾、河合・福富らのモデル（季節指数を用いる方法）^{8,9)}が提案されている。いずれの方法においてもインフルエンザの流行（影響）がなかった場合に期待される死亡率をモデルから算定し、これを実際の死亡率から減じることで超過死亡率、超過死亡数を推定するものである。

著者らは、先に、最近のわが国におけるインフルエンザによる超過死亡を明らかにすることを目的として、新しい超過死亡の定義とその推定方法を提案した¹⁰⁾。この方法では、非流行期における死亡率の偶然変動（種々の制御できない要因によ

* 埼玉医科大学公衆衛生学教室

^{2*} 国立公衆衛生院疫学部理論疫学室

連絡先：〒350-0495 埼玉県入間郡毛呂山町毛呂本郷38 埼玉医科大学公衆衛生学教室
高橋美保子

る変動)の大きさを推定し、これを基準にして、流行期の死亡の増加が偶然的なものか異常なものかを判定する。また、この基準範囲を超過した死亡をインフルエンザによる超過死亡として評価する。

本研究では、実際に新しい方法を用いて、1975～1997年までの23年間について、わが国のインフルエンザによる超過死亡を推定した。この結果を従来の方法と比較し、新しい方法の特徴を指摘した。

II 方 法

1. 研究資料

1975年から1997年までの、人口動態統計(厚生省大臣官房統計情報部刊行)の死亡に関する統計表より、総数、肺炎(ICD-8: 480-486, ICD-9: 480-486, ICD-10: J12-J18)、インフルエンザ(ICD-8: 470-474, ICD-9: 487, ICD-10: J10-J11)、損傷および死亡の外因(ICD-8: E800-E999, ICD-9: 91-101, ICD-10: V01-Y89)の4つの死因についての月別死亡数を得た。また、総務庁統計局の「推計人口」から日本人人口(月初人口)を得た。

2. 分析方法

先の論文で提案した「新しい方法」と「河合、福富らの方法」(文献10, 表1, 表2)それぞれを用いて、1975～1997年までの23年間についてインフルエンザ流行月の超過死亡率(数)を推定した。超過死亡率は、総死亡(阪神・淡路大震災による影響¹⁾を考慮して、損傷・不慮の事故を除く死亡の総数とした)および肺炎について観察した。

なお、河合・福富らの方法に基づくインフルエ

表1 インフルエンザ死亡率のカットオフ値別にみたインフルエンザ流行月数(総数は276月中、月別は23か年中の流行月数)

	インフルエンザ死亡率(人口10万対数)			
	① ≥ 2.0	② ≥ 1.5	③ ≥ 1.0	④ ≥ 0.5
総数	20	22	32	49
1月	4	5	7	12
2月	10	11	12	16
3月	5	5	10	15
4月	0	0	2	4
5月	0	0	0	0
6月	0	0	0	0
7月	0	0	0	0
8月	0	0	0	0
9月	0	0	0	0
10月	0	0	0	0
11月	0	0	0	0
12月	1	1	1	2

ンザ流行月の判定について、近年の呼吸器系の死亡率に一定の基準を設けてインフルエンザ流行月を判定することが困難となっている¹⁰⁾。そのため、本研究では、新しい方法、河合・福富らの方法ともに、インフルエンザ死亡率(人口10万対)を基準として流行月の判定を行った。

その判定基準については、検討する必要があるため、図1のように4つのカットオフ値①2.0、②1.5、③1.0、④0.5を設けて、それぞれの場合の超過死亡率を求めた。

図1 インフルエンザ月別死亡率(人口10万対)の推移と流行月判定のための4つのカットオフ値

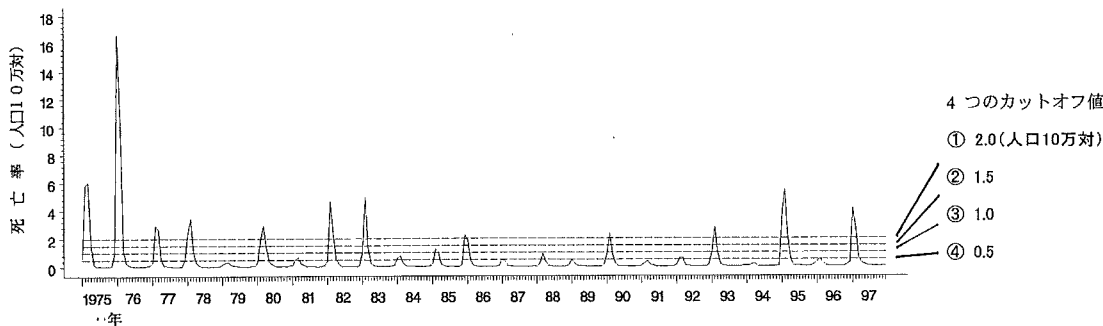


表 2 インフルエンザ死亡者のカットオフ値別に推定したインフルエンザ流行月における総死亡の超過死亡率 (人口10万対) ー新しい方法と河合・福富らの方法との推定値の比較

年齢	① インフルエンザ死亡者死亡率 ≥ 2.0					② インフルエンザ死亡者死亡率 ≥ 1.5					③ インフルエンザ死亡者死亡率 ≥ 1.0					④ インフルエンザ死亡者死亡率 ≥ 0.5				
	1月	2月	3月	4月	12月	1月	2月	3月	4月	12月	1月	2月	3月	4月	12月	1月	2月	3月	4月	12月
75年	736.3 (69.6)	697.3 (69.4)	697.3 (112.6)	697.3 (93.7)	697.3 (93.0)	736.3 (114.8)	697.3 (75.8)	697.3 (119.2)	697.3 (98.7)	697.3 (23.9)	736.3 (114.8)	697.3 (75.8)	697.3 (119.2)	697.3 (98.7)	697.3 (23.9)	736.3 (114.8)	697.3 (75.8)	697.3 (119.2)	697.3 (98.7)	697.3 (23.9)
76	828.1 (131.1)	677.9 (29.9)	677.9 (71.6)	677.9 (73.8)	677.9 (80.8)	828.1 (191.5)	677.9 (35.9)	677.9 (73.8)	677.9 (3.2)	677.9 (20.6)	828.1 (191.5)	677.9 (35.9)	677.9 (73.8)	677.9 (3.2)	677.9 (20.6)	828.1 (191.5)	677.9 (35.9)	677.9 (73.8)	677.9 (3.2)	677.9 (20.6)
77	680.4 (30.5)	612.9 (16.8)	612.9 (72.4)	612.9 (23.3)	612.9 (23.3)	680.4 (74.6)	612.9 (8.3)	612.9 (74.6)	612.9 (25.3)	612.9 (2.5)	680.4 (74.6)	612.9 (8.3)	612.9 (74.6)	612.9 (25.3)	612.9 (2.5)	680.4 (74.6)	612.9 (8.3)	612.9 (74.6)	612.9 (25.3)	612.9 (2.5)
78	675.9 (41.8)	666.8 (22.3)	666.8 (24.5)	666.8 (28.4)	666.8 (28.4)	675.9 (42.9)	666.8 (22.3)	666.8 (24.5)	666.8 (28.4)	666.8 (28.4)	675.9 (42.9)	666.8 (22.3)	666.8 (24.5)	666.8 (28.4)	666.8 (28.4)	675.9 (42.9)	666.8 (22.3)	666.8 (24.5)	666.8 (28.4)	666.8 (28.4)
80			655.7 (16.9)	655.7 (41.5)	655.7 (41.5)		655.7 (16.9)	655.7 (41.5)	655.7 (41.5)	655.7 (20.6)		655.7 (16.9)	655.7 (41.5)	655.7 (41.5)	655.7 (20.6)		655.7 (16.9)	655.7 (41.5)	655.7 (41.5)	655.7 (20.6)
81																				
82			690.0 (45.1)	611.7 (4.3)	611.7 (27.8)		690.0 (45.1)	611.7 (4.3)	611.7 (27.8)	611.7 (23.2)		690.0 (45.1)	611.7 (4.3)	611.7 (27.8)	611.7 (23.2)		690.0 (45.1)	611.7 (4.3)	611.7 (27.8)	611.7 (23.2)
83			716.3 (46.2)	613.5 (89.4)	613.5 (89.4)		716.3 (46.2)	613.5 (89.4)	613.5 (89.4)	613.5 (27.5)		716.3 (46.2)	613.5 (89.4)	613.5 (89.4)	613.5 (27.5)		716.3 (46.2)	613.5 (89.4)	613.5 (89.4)	613.5 (27.5)
84																				
85					718.8 (71.3)					718.8 (71.3)					718.8 (71.3)					718.8 (71.3)
86						705.3 (48.4)				705.3 (48.4)					705.3 (48.4)					705.3 (48.4)
87																				
88																				
89																				
90			725.0 (41.1)				725.0 (41.1)			725.0 (41.1)					725.0 (41.1)					725.0 (41.1)
92																				
93			799.6 (25.3)				799.6 (25.3)			799.6 (25.3)					799.6 (25.3)					799.6 (25.3)
95			879.6 (62.5)	845.0 (85.3)	768.7 (53.2)		879.6 (62.5)	845.0 (85.3)	768.7 (53.2)	768.7 (53.2)		879.6 (62.5)	845.0 (85.3)	768.7 (53.2)	768.7 (53.2)		879.6 (62.5)	845.0 (85.3)	768.7 (53.2)	768.7 (53.2)
96																				
97			905.7 (78.5)	782.9 (13.8)			905.7 (78.5)	782.9 (13.8)		782.9 (13.8)		905.7 (78.5)	782.9 (13.8)		905.7 (78.5)	782.9 (13.8)				905.7 (78.5)

各セル上段：観察死亡率 (年換算値)、各セル中段：新しい方法による超過死亡率 [ーは超過死亡なし]、各セル下段：河合・福富らの方法による超過死亡率 [ー() 内の数値は負の超過死亡率]

太線 □ 枠のセル：インフルエンザ死亡者のカットオフ値を下げることによって、新たに流行月として加わった月

Ⅲ 結 果

1. インフルエンザの流行月

インフルエンザ死亡率のカットオフ値別にみたインフルエンザ流行月数を表1に示した。

インフルエンザ死亡率(人口10万対)が、①2.0, ②1.5, ③1.0, ④0.5以上の月は、観察期間(23年間, 276月)中にそれぞれ、①20月, ②22月, ③32月, ④49月あった。月別にみると、流行月は2~3月に最も多く、5~11月に流行月は認められなかった。

2. 季節指数平均値と季節指数の95%範囲

総死亡および肺炎の季節指数の分布図を図2(カットオフ値③1.0のもの)に示した。図中には、月別の季節指数平均値(実線)と季節指数の95%範囲(点線)を併せて示した。

総死亡, 肺炎ともに、季節指数(平均値)は冬季に高く、9月に最も低い。肺炎では夏季に小さな山をもつ特徴がみられる。季節指数のばらつきは月によって大きく異なり、総死亡, 肺炎ともに

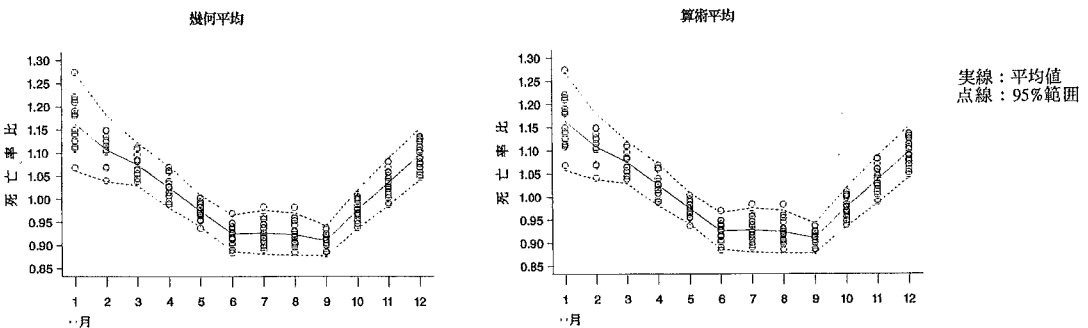
インフルエンザの流行季節にあたる1月で最も大きくなっている。また、肺炎では、夏季(7, 8月)の季節指数のばらつきがやや大きい特徴がみられる。幾何平均(新しい方法)と算術平均(河合・福富らの方法)によって算出した季節指数平均値には、大きな違いはみられなかったが、肺炎では、季節指数の95%範囲に若干の違いがみられる。

3. 超過死亡率の比較

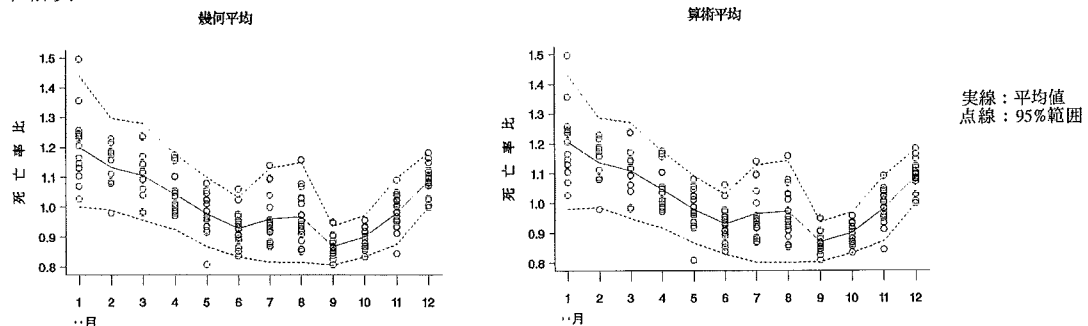
観察死亡率(実線)と新しい方法から算定した期待死亡率(点線)を重ねて図3に示した。両者の死亡率の差が、従来の定義による超過死亡率の推定値である。その差の大きさを、図4に棒線(流行月:●印, 非流行月:□印)で示した。図4の点線は、新しい方法から算定した死亡率の偶然変動の大きさを定義した基準範囲(期待死亡率 P_i からの範囲とした)を示したものである。従来の方法の問題点は図4で観察されるように、非流行期においても超過死亡数が推定されてしまうことである。これに対して、新しい方法では、インフルエンザ流行月の死亡率の差(●印の棒線)

図2 総死亡および肺炎の月別季節指数平均値と95%範囲に関する2種類の算定方法の比較

(A) 総死亡

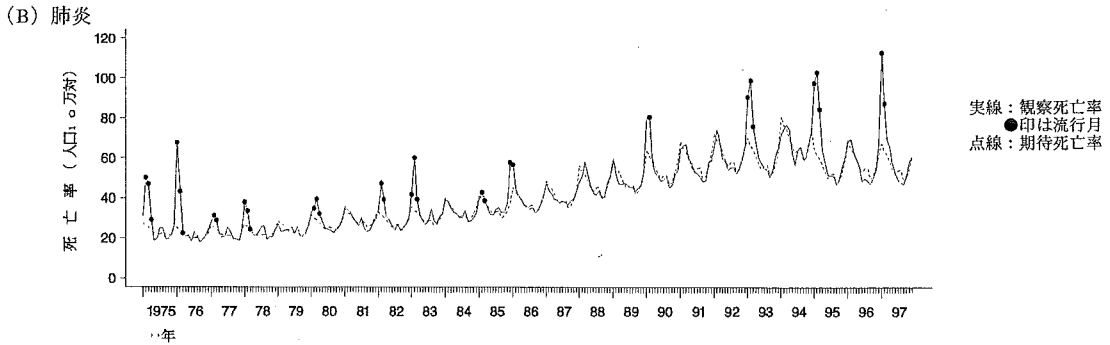
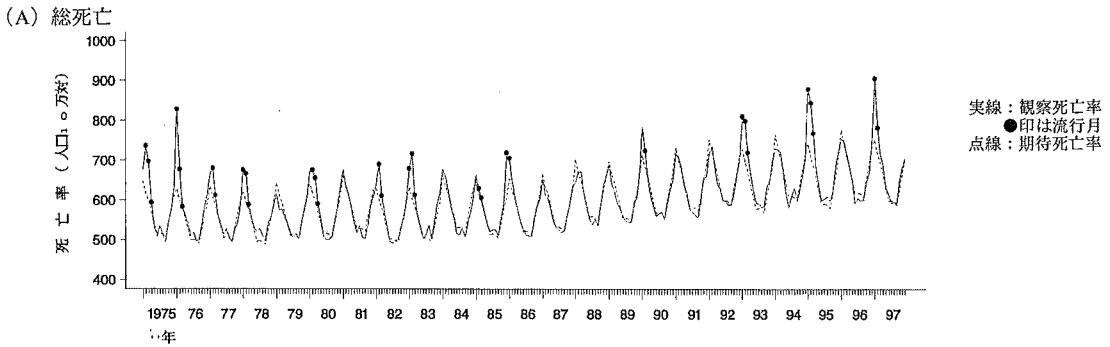


(B) 肺炎



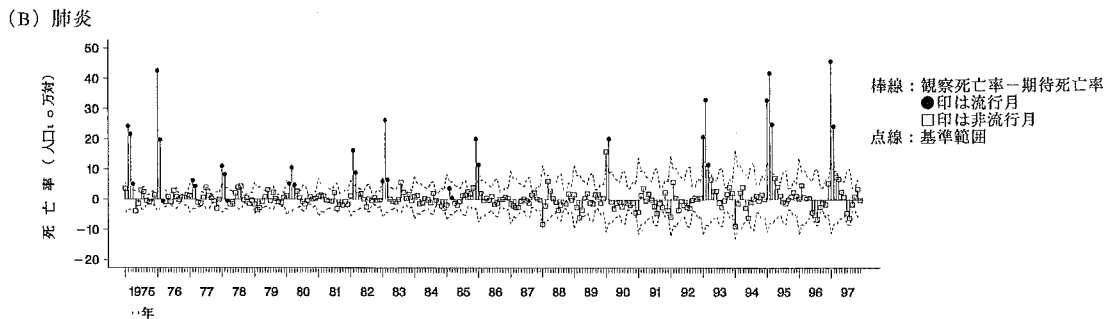
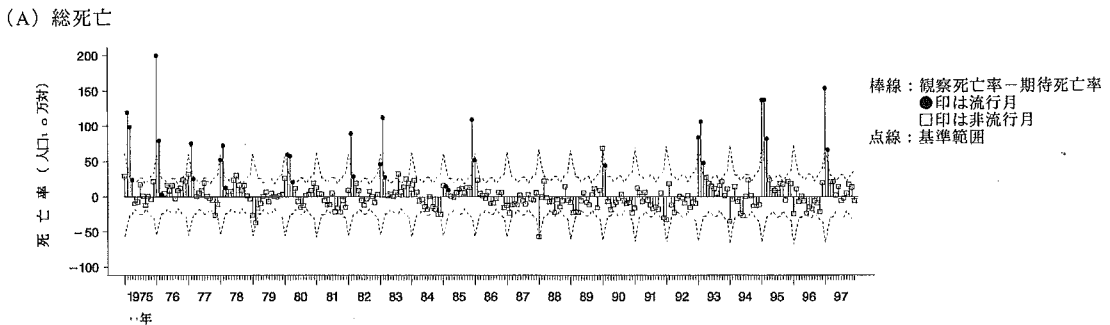
注 図(A), (B)はインフルエンザ月別死亡率(人口10万対)が1.0以上を流行月とした場合

図3 観察死亡率（人口10万対）および新しい方法による期待死亡率（人口10万対）の年次推移



注 図(A), (B)はインフルエンザ月別死亡率（人口10万対）が1.0以上を流行期とした場合

図4 新しい方法による期待死亡率（人口10万対）と観察死亡率（人口10万対）との差および基準範囲の推移



注 図(A), (B)はインフルエンザ月別死亡率（人口10万対）が1.0以上の月を流行期とした場合

表3 インフルエンザ死亡数のカットオフ値別に推定したインフルエンザ流行月における肺炎の超過死亡数(人口10万対) —新しい方法と河合・福富らの方法との推定値の比較

観察年	① インフルエンザ流行月: インフルエンザ死亡数 ≥ 2.0					② インフルエンザ流行月: インフルエンザ死亡数 ≥ 1.5					③ インフルエンザ流行月: インフルエンザ死亡数 ≥ 1.0					④ インフルエンザ流行月: インフルエンザ死亡数 ≥ 0.5					
	1月	2月	3月	4月	12月	1月	2月	3月	4月	12月	1月	2月	3月	4月	12月	1月	2月	3月	4月	12月	
75年	50.2 (23.2)	47.0 (20.7)	50.2 (23.3)	47.0 (20.6)	57.7 (19.3)	50.2 (23.3)	47.0 (20.6)	50.2 (23.3)	47.0 (20.6)	57.7 (19.3)	50.2 (23.3)	47.0 (20.6)	50.2 (23.3)	47.0 (20.6)	57.7 (19.3)	31.2 (6.1)	50.2 (23.3)	47.0 (20.6)	50.2 (23.3)	47.0 (20.6)	57.7 (19.3)
76	67.6 (41.7)	43.3 (15.7)	67.6 (41.9)	43.3 (19.3)	60.0 (23.8)	67.6 (41.9)	43.3 (19.3)	67.6 (41.9)	43.3 (19.3)	60.0 (23.8)	67.6 (41.9)	43.3 (19.3)	67.6 (41.9)	43.3 (19.3)	60.0 (23.8)	67.6 (43.0)	43.3 (22.5)	67.6 (43.0)	43.3 (22.5)	67.6 (43.0)	43.3 (22.5)
77	37.9 (10.2)	33.6 (7.7)	37.9 (10.4)	33.6 (7.9)	31.3 (9.6)	37.9 (10.4)	33.6 (7.9)	37.9 (10.4)	33.6 (7.9)	31.3 (9.6)	37.9 (11.0)	33.6 (8.2)	37.9 (11.0)	33.6 (8.2)	31.3 (9.6)	37.9 (11.6)	33.6 (8.8)	37.9 (11.6)	33.6 (8.8)	37.9 (11.6)	33.6 (8.8)
78	37.9 (10.2)	33.6 (7.7)	37.9 (10.4)	33.6 (7.9)	31.3 (9.6)	37.9 (10.4)	33.6 (7.9)	37.9 (10.4)	33.6 (7.9)	31.3 (9.6)	37.9 (11.0)	33.6 (8.2)	37.9 (11.0)	33.6 (8.2)	31.3 (9.6)	37.9 (11.6)	33.6 (8.8)	37.9 (11.6)	33.6 (8.8)	37.9 (11.6)	33.6 (8.8)
79	37.9 (10.2)	33.6 (7.7)	37.9 (10.4)	33.6 (7.9)	31.3 (9.6)	37.9 (10.4)	33.6 (7.9)	37.9 (10.4)	33.6 (7.9)	31.3 (9.6)	37.9 (11.0)	33.6 (8.2)	37.9 (11.0)	33.6 (8.2)	31.3 (9.6)	37.9 (11.6)	33.6 (8.8)	37.9 (11.6)	33.6 (8.8)	37.9 (11.6)	33.6 (8.8)
80	37.9 (10.2)	33.6 (7.7)	37.9 (10.4)	33.6 (7.9)	31.3 (9.6)	37.9 (10.4)	33.6 (7.9)	37.9 (10.4)	33.6 (7.9)	31.3 (9.6)	37.9 (11.0)	33.6 (8.2)	37.9 (11.0)	33.6 (8.2)	31.3 (9.6)	37.9 (11.6)	33.6 (8.8)	37.9 (11.6)	33.6 (8.8)	37.9 (11.6)	33.6 (8.8)
81	37.9 (10.2)	33.6 (7.7)	37.9 (10.4)	33.6 (7.9)	31.3 (9.6)	37.9 (10.4)	33.6 (7.9)	37.9 (10.4)	33.6 (7.9)	31.3 (9.6)	37.9 (11.0)	33.6 (8.2)	37.9 (11.0)	33.6 (8.2)	31.3 (9.6)	37.9 (11.6)	33.6 (8.8)	37.9 (11.6)	33.6 (8.8)	37.9 (11.6)	33.6 (8.8)
82	37.9 (10.2)	33.6 (7.7)	37.9 (10.4)	33.6 (7.9)	31.3 (9.6)	37.9 (10.4)	33.6 (7.9)	37.9 (10.4)	33.6 (7.9)	31.3 (9.6)	37.9 (11.0)	33.6 (8.2)	37.9 (11.0)	33.6 (8.2)	31.3 (9.6)	37.9 (11.6)	33.6 (8.8)	37.9 (11.6)	33.6 (8.8)	37.9 (11.6)	33.6 (8.8)
83	37.9 (10.2)	33.6 (7.7)	37.9 (10.4)	33.6 (7.9)	31.3 (9.6)	37.9 (10.4)	33.6 (7.9)	37.9 (10.4)	33.6 (7.9)	31.3 (9.6)	37.9 (11.0)	33.6 (8.2)	37.9 (11.0)	33.6 (8.2)	31.3 (9.6)	37.9 (11.6)	33.6 (8.8)	37.9 (11.6)	33.6 (8.8)	37.9 (11.6)	33.6 (8.8)
84	37.9 (10.2)	33.6 (7.7)	37.9 (10.4)	33.6 (7.9)	31.3 (9.6)	37.9 (10.4)	33.6 (7.9)	37.9 (10.4)	33.6 (7.9)	31.3 (9.6)	37.9 (11.0)	33.6 (8.2)	37.9 (11.0)	33.6 (8.2)	31.3 (9.6)	37.9 (11.6)	33.6 (8.8)	37.9 (11.6)	33.6 (8.8)	37.9 (11.6)	33.6 (8.8)
85	37.9 (10.2)	33.6 (7.7)	37.9 (10.4)	33.6 (7.9)	31.3 (9.6)	37.9 (10.4)	33.6 (7.9)	37.9 (10.4)	33.6 (7.9)	31.3 (9.6)	37.9 (11.0)	33.6 (8.2)	37.9 (11.0)	33.6 (8.2)	31.3 (9.6)	37.9 (11.6)	33.6 (8.8)	37.9 (11.6)	33.6 (8.8)	37.9 (11.6)	33.6 (8.8)
86	37.9 (10.2)	33.6 (7.7)	37.9 (10.4)	33.6 (7.9)	31.3 (9.6)	37.9 (10.4)	33.6 (7.9)	37.9 (10.4)	33.6 (7.9)	31.3 (9.6)	37.9 (11.0)	33.6 (8.2)	37.9 (11.0)	33.6 (8.2)	31.3 (9.6)	37.9 (11.6)	33.6 (8.8)	37.9 (11.6)	33.6 (8.8)	37.9 (11.6)	33.6 (8.8)
87	37.9 (10.2)	33.6 (7.7)	37.9 (10.4)	33.6 (7.9)	31.3 (9.6)	37.9 (10.4)	33.6 (7.9)	37.9 (10.4)	33.6 (7.9)	31.3 (9.6)	37.9 (11.0)	33.6 (8.2)	37.9 (11.0)	33.6 (8.2)	31.3 (9.6)	37.9 (11.6)	33.6 (8.8)	37.9 (11.6)	33.6 (8.8)	37.9 (11.6)	33.6 (8.8)
88	37.9 (10.2)	33.6 (7.7)	37.9 (10.4)	33.6 (7.9)	31.3 (9.6)	37.9 (10.4)	33.6 (7.9)	37.9 (10.4)	33.6 (7.9)	31.3 (9.6)	37.9 (11.0)	33.6 (8.2)	37.9 (11.0)	33.6 (8.2)	31.3 (9.6)	37.9 (11.6)	33.6 (8.8)	37.9 (11.6)	33.6 (8.8)	37.9 (11.6)	33.6 (8.8)
89	37.9 (10.2)	33.6 (7.7)	37.9 (10.4)	33.6 (7.9)	31.3 (9.6)	37.9 (10.4)	33.6 (7.9)	37.9 (10.4)	33.6 (7.9)	31.3 (9.6)	37.9 (11.0)	33.6 (8.2)	37.9 (11.0)	33.6 (8.2)	31.3 (9.6)	37.9 (11.6)	33.6 (8.8)	37.9 (11.6)	33.6 (8.8)	37.9 (11.6)	33.6 (8.8)
90	37.9 (10.2)	33.6 (7.7)	37.9 (10.4)	33.6 (7.9)	31.3 (9.6)	37.9 (10.4)	33.6 (7.9)	37.9 (10.4)	33.6 (7.9)	31.3 (9.6)	37.9 (11.0)	33.6 (8.2)	37.9 (11.0)	33.6 (8.2)	31.3 (9.6)	37.9 (11.6)	33.6 (8.8)	37.9 (11.6)	33.6 (8.8)	37.9 (11.6)	33.6 (8.8)
91	37.9 (10.2)	33.6 (7.7)	37.9 (10.4)	33.6 (7.9)	31.3 (9.6)	37.9 (10.4)	33.6 (7.9)	37.9 (10.4)	33.6 (7.9)	31.3 (9.6)	37.9 (11.0)	33.6 (8.2)	37.9 (11.0)	33.6 (8.2)	31.3 (9.6)	37.9 (11.6)	33.6 (8.8)	37.9 (11.6)	33.6 (8.8)	37.9 (11.6)	33.6 (8.8)
92	37.9 (10.2)	33.6 (7.7)	37.9 (10.4)	33.6 (7.9)	31.3 (9.6)	37.9 (10.4)	33.6 (7.9)	37.9 (10.4)	33.6 (7.9)	31.3 (9.6)	37.9 (11.0)	33.6 (8.2)	37.9 (11.0)	33.6 (8.2)	31.3 (9.6)	37.9 (11.6)	33.6 (8.8)	37.9 (11.6)	33.6 (8.8)	37.9 (11.6)	33.6 (8.8)
93	37.9 (10.2)	33.6 (7.7)	37.9 (10.4)	33.6 (7.9)	31.3 (9.6)	37.9 (10.4)	33.6 (7.9)	37.9 (10.4)	33.6 (7.9)	31.3 (9.6)	37.9 (11.0)	33.6 (8.2)	37.9 (11.0)	33.6 (8.2)	31.3 (9.6)	37.9 (11.6)	33.6 (8.8)	37.9 (11.6)	33.6 (8.8)	37.9 (11.6)	33.6 (8.8)
94	37.9 (10.2)	33.6 (7.7)	37.9 (10.4)	33.6 (7.9)	31.3 (9.6)	37.9 (10.4)	33.6 (7.9)	37.9 (10.4)	33.6 (7.9)	31.3 (9.6)	37.9 (11.0)	33.6 (8.2)	37.9 (11.0)	33.6 (8.2)	31.3 (9.6)	37.9 (11.6)	33.6 (8.8)	37.9 (11.6)	33.6 (8.8)	37.9 (11.6)	33.6 (8.8)
95	37.9 (10.2)	33.6 (7.7)	37.9 (10.4)	33.6 (7.9)	31.3 (9.6)	37.9 (10.4)	33.6 (7.9)	37.9 (10.4)	33.6 (7.9)	31.3 (9.6)	37.9 (11.0)	33.6 (8.2)	37.9 (11.0)	33.6 (8.2)	31.3 (9.6)	37.9 (11.6)	33.6 (8.8)	37.9 (11.6)	33.6 (8.8)	37.9 (11.6)	33.6 (8.8)
96	37.9 (10.2)	33.6 (7.7)	37.9 (10.4)	33.6 (7.9)	31.3 (9.6)	37.9 (10.4)	33.6 (7.9)	37.9 (10.4)	33.6 (7.9)	31.3 (9.6)	37.9 (11.0)	33.6 (8.2)	37.9 (11.0)	33.6 (8.2)	31.3 (9.6)	37.9 (11.6)	33.6 (8.8)	37.9 (11.6)	33.6 (8.8)	37.9 (11.6)	33.6 (8.8)
97	37.9 (10.2)	33.6 (7.7)	37.9 (10.4)	33.6 (7.9)	31.3 (9.6)	37.9 (10.4)	33.6 (7.9)	37.9 (10.4)	33.6 (7.9)	31.3 (9.6)	37.9 (11.0)	33.6 (8.2)	37.9 (11.0)	33.6 (8.2)	31.3 (9.6)	37.9 (11.6)	33.6 (8.8)	37.9 (11.6)	33.6 (8.8)	37.9 (11.6)	33.6 (8.8)

各セル上段: 観察死亡数(年換算値), 各セル中段: 新しい方法による超過死亡数 [—は超過死亡なし], 各セル下段: 河合・福富らの方法による超過死亡数 [—() 内の数値は負の超過死亡数]

太線 □ 種のセル: インフルエンザ死亡数のカットオフ値を下げることによって, 新たに流行月として加わった月

が基準範囲(点線)を超えるとき、インフルエンザによる異常、すなわち超過死亡が起こったと判断する。また、この基準範囲外の死亡を超過死亡率として推定する。

新しい方法と河合・福富らの方法を用いて、インフルエンザ死亡率(人口10万対)のカットオフ値別に推定した超過死亡率を表2(総死亡)、表3(肺炎)に示した。

4つの判定基準別に推定した超過死亡率は、その判定基準(カットオフ値)の設定によって大きく異なった。例えば、表2、総死亡について、75年2月では、カットオフ値の大きい方から順に、超過死亡率は、①69.6、②75.8、③78.5、④114.3と推定値が異なった。それぞれの超過死亡数は、①5.9千人、②6.4千人、③6.6千人、④9.6千人となり、判定基準によっては推定値に約4千人の差が生じることが示された。

次に、カットオフ値を①2.0から順に②1.5、③1.0、④0.5と低下させることによって新たに流行月と判定された月(表中太線枠内)をみると、新しい方法では、その多くの月が超過死亡なしと推定された。また、これは、総死亡、肺炎ともに、インフルエンザ死亡率のカットオフ値を③1.0から④0.5に低下させた時に顕著にみられた。そこで、新しい方法を用いて、カットオフ値をさらに詳細に設定して(1.0から0.5まで0.1ずつ低下させて)超過死亡率を観察したところ、総死亡、肺炎ともに、インフルエンザ死亡率が0.9未満の流行月では、75年1月を除き、超過死亡がほとんど認められないことが分かった。すなわち、最近20年間では、インフルエンザ死亡率が概ね0.9を超える月に、超過死亡が起こっていることが分かった。これにより、インフルエンザ流行月の客観的な判定基準の一つとして、「インフルエンザ死亡

表4 インフルエンザ流行月における総死亡および肺炎の超過死亡率—新しい方法と河合・福富らの方法との推定値の比較

インフルエンザ流行月は、インフルエンザ死亡率(人口10万対)が0.9以上の月

観察死亡率 超過死亡率 (河合, 福富)	総死亡						肺炎						
	1月	2月	3月	4月	...	12月	1月	2月	3月	4月	...	12月	
75年		736.3 88.8 (129.1)	697.3 84.6 (109.1)	595.1 8.42 (32.5)		632.0 3.2 (31.6)	75年		50.2 21.0 (24.6)	47.0 18.4 (22.1)	29.09 2.44 (5.4)		26.4 — (1.9)
76	828.1 150.6 (202.0)	677.9 38.5 (78.3)	584.4 — (3.5)				76	67.6 39.0 (42.8)	43.3 16.3 (19.6)	22.5 — (0.5)			
77		680.4 34.0 (74.2)	612.9 1.2 (25.6)				77		31.3 2.7 (6.2)	28.8 0.9 (4.4)			
78	675.9 3.4 (54.4)	666.8 32.1 (71.6)	589.7 — (13.0)				78	37.9 7.2 (11.3)	33.6 4.6 (8.1)	24.3 — (0.4)			
80		675.8 17.6 (58.6)	655.7 33.0 (57.8)	591.4 — (19.6)			80		34.9 0.9 (5.1)	39.5 6.4 (10.6)	32.1 1.2 (4.6)		
82		690.0 48.5 (88.4)	611.7 4.7 (28.9)				82		47.3 11.6 (16.0)	39.3 4.5 (9.0)			
83	679.5 — (48.3)	716.3 71.6 (111.7)	613.5 3.5 (27.8)				83	41.81 1.0 (6.4)	60.0 21.4 (26.1)	39.5 1.7 (6.6)			
85		630.5 — (13.9)	607.0 — (9.7)			718.8 80.4 (109.2)	85		42.9 — (3.5)	38.8 — (0.6)			57.7 17.0 (20.0)
86	705.3 0.56 (54.0)						86	56.6 5.1 (11.9)					
88			672.0 2.2 (28.9)				88			57.9 — (7.3)			
90	783.2 33.9 (90.8)	725.0 17.8 (61.8)					90	80.0 10.3 (19.6)	80.7 14.8 (22.9)				
93	811.0 26.7 (86.2)	799.6 59.4 (105.5)	720.3 19.9 (47.8)				93	90.7 10.9 (21.5)	99.1 23.5 (32.8)	76.1 2.4 (11.8)			
95	879.6 78.9 (139.7)	845.0 89.3 (136.3)	768.7 53.6 (82.1)				95	97.8 23.7 (33.5)	103.1 33.0 (41.7)	84.7 16.3 (25.1)			
97	905.7 95.1 (156.6)	782.9 17.8 (65.4)					97	113.0 36.3 (46.4)	87.6 15.0 (24.0)				

各セル上段: 観察死亡率(年換算値)

中段: 新しい方法による超過死亡率 [—は超過死亡なし]

下段: 河合・福富らの方法による超過死亡率 [-()内の数値は負の超過死亡率]

太線 枠のセル: インフルエンザ死亡率のカットオフ値を1.0から0.9に下げることによって、新たに流行月として加わった月

率（人口10万対）が概ね0.9以上の月」を提案することができる。

インフルエンザ死亡率が0.9以上の月を流行月と判定した場合の各流行期の超過死亡率を表4に、超過死亡数を表5に示した。

新しい方法と河合・福富らの方法との推定値を比較すると、表4、総死亡より、例えば、80年2-4月の流行について、新しい方法では、3月に大きな超過死亡があったという評価であるのに対し、従来の方法では2月と3月に同じ規模の超過死亡があったという評価であり、両方法の間で、流行の影響を最も強く受けた月の評価に違いがみられた。また、表5より、新しい方法からは、総死亡について、1975年2-4月、75/76年12-3月にインフルエンザの流行と関連してそれぞれ約1万5千人を超える大きな超過死亡（平時の死亡状況からの超過）が起り、その約10年後にあたる83年2-3月、85/86年12-1月にそれぞれ7~8千人規模の比較的大きな超過死亡が起り、さらに、その約10年後にあたる93年以降の最近になって、1万人を超える大きな超過死亡が1年おきに起こったと推定された。これらの年の主要な流行ウイ

ルス型は共通してA香港型（H3N2）であった。主要な流行ウイルス型がAソ連型（H1N1）やB型の年には、それ程大きな超過死亡がみられなかった。これに対し、河合・福富らの方法では、85年2-3月と88年3月の2つの流行期を除くすべての流行期にそれぞれ約1万人以上の大きな超過死亡があったという評価であり、新しい方法との間で推定値が大きく異なった。具体的には、河合・福富らの方法では、各流行期について総死亡で約2千~1万4千人、肺炎では約0.5千~3千人、それぞれ過大推定されることが観察された。さらに、表5、総死亡について、例えば、75年2-4月と93年1-3月の2つの流行期の推定値を比較すると、新しい方法では75年の流行期に、より大きな超過死亡数があったという評価であるのに対し、河合・福富らの方法では2つの流行期にそれぞれ同じ規模の超過死亡数があったという評価であり、両方法の間で、どの流行期に、より大きな超過死亡数があったのかという評価に違いがみられた。

表5 インフルエンザ流行期における総死亡および肺炎の超過死亡数
インフルエンザ流行月は、インフルエンザ死亡率（人口10万対）が0.9以上の月

流 行 期	流行ウイルスの型	超 過 死 亡 数			
		総 死 亡		肺 炎	
		新しい方法	(河合・福富)	新しい方法	(河合・福富)
75年 2-4月	A(H3N2)	16,142	(23,992)	3,709	(4,622)
75/76年 12-3月	A(H3N3)	17,928	(29,303)	5,121	(5,898)
77年 2-3月	B	3,054	(8,870)	311	(957)
78年 1-2月	A(H3N2)+A(H1N1)	3,133	(12,769)	1,098	(1,764)
80年 2-3月	A(H1N1)+A(H3N2)+B	4,851	(12,900)	821	(1,948)
82年 2-3月	B+A(H3N2)	4,839	(10,850)	1,502	(2,340)
83年 2-3月	A(H3N2)	6,845	(17,773)	2,210	(3,668)
85年 2-3月	B	0	(2,261)	0	(386)
85/86年 12-1月	A(H3N2)	8,281	(16,699)	2,265	(3,266)
88年 3月	B+A(H3N2)	231	(2,983)	0	(748)
90年 1-2月	A(H3N2)+B	5,208	(15,260)	2,466	(4,188)
93年 1-3月	A(H3N2)+B	10,525	(24,060)	3,613	(6,591)
95年 1-3月	A(H3N2)+B	22,479	(36,367)	7,368	(10,144)
97年 1-2月	A(H3N2)+B	11,775	(22,841)	5,276	(7,206)

()内は河合・福富らの方法による超過死亡数

流行ウイルスの型は伝染病流行予測調査報告書（病原微生物検出情報月報）による

Ⅳ 考 察

本研究では、最近23年間の死亡統計を用いて、インフルエンザによる超過死亡を新しい方法と従来の河合・福富らの方法とで推定し、両方法による成績を比較した。

先の論文¹⁰⁾で指摘したように、季節指数の観察からは、総死亡、肺炎死亡それぞれについて、死亡率の偶然変動の大きさが月別に異なること、その大きさがインフルエンザの流行期にあたる冬季に最も大きい特徴が具体的に示された。また、インフルエンザ死亡率にいくつかのカットオフ値を設けて超過死亡率を推定した結果からは、その基準によって超過死亡の推定値に違いが生じることが具体的に示された。

そのカットオフ値についての詳細な検討からは、新しい方法を用いることによって、インフルエンザ死亡率が0.9未満の月に超過死亡が認められないことを示すことができた。先の論文¹⁰⁾では、この結果を利用して、流行月判定のための客観的な判定基準の一つとして、「インフルエンザ死亡率（人口10万対）が、概ね0.9以上の月を流行月とする」を提案した。ただし、この基準はあくまで、1975年から1997年までの死亡動向から得たものであり、将来的には疾病構造の変化等に応じて変化して行くものとする。

ここで提案した流行月の判定基準を用いて、最近23年間の超過死亡を推定した結果からは、新しい方法より、1975年、76年のインフルエンザ流行と関連してそれぞれ約1万5千人を超える大きな超過死亡があったこと、その約20年後にあたる1993年以降の最近になって、1年おきに、インフルエンザの流行によって平時の死亡状況から1万人を超える大きな超過死亡が起こったことが示された。ただし、1995年では、阪神・淡路大震災による死亡への影響として、損傷・不慮の事故についての考慮はしたものの、その他の死因による死亡への影響についても考えなければならない。その結果を河合・福富らの方法と比較した観察からは、1) 従来の方法では、非流行期においても超過死亡数が推定されてしまうこと、これに対して、新しい方法では、流行期、非流行期に関わらず妥当な超過死亡の推定値を与えること、2) 両方法の間で各流行期の推定値に、総死亡について

約2千～1万4千人、肺炎について約0.5千～3千人の違いがあることの2つの相違が具体的に示された。これら新しい方法と従来の方法との間にみられた結果の相違は、非流行期における死亡率の偶然変動の特徴(月によってその大きさが異なる)を考慮する新しい方法と、それを考慮しない従来の方法との特徴の相違を示すものである。その結果、新しい方法と従来の方法の間では、その年の流行の影響がどの月で最も大きかったのかという評価や、どの流行期により大きな超過死亡(数)があったのかという評価にも違いが生じることも示された。

1995年からICD-10(第10修正国際疾病、傷害および死因統計分類)が適用され、肺炎の死亡数の年次推移には、その影響による変化(急激な低下)がみられる。しかし、新しい方法を用いた推定には、大きな問題はみられなかった。これは、死亡分類の変更による影響がみられる死亡統計への適用が可能であるという本方法の特徴(この特徴は、河合・福富らの方法の利点を応用したものである)を示すものであった。

今回の報告では、我が国における超過死亡の現状について、詳細な検討は行っていない。しかし、最近、ほぼ1年おきに、インフルエンザの流行による大きな超過死亡が起こっていたことが示された。超過死亡の大きさは、ウイルスの毒性や集団のもつ免疫力に関係することが考えられるが、これに関連して、高齢者数の増加が最近の超過死亡数の増加に反映していることも考えられる。今後、インフルエンザの流行による影響(超過死亡)を明らかにするために、例えば65歳以上の高齢者層や慢性疾患を持つ者等への影響¹²⁾について、詳細に検討する必要がある。

本研究は、国立公衆衛生院、特別課程疫学統計コースの研究課題として行った。また、一部は平成11年文部省科学研究費補助金奨励研究(A)「インフルエンザによる超過死亡の算定方法に関する検討」(課題番号:11770186)により行った。貴重なご意見、ご指導をいただきました箕輪眞澄先生、藤田利治先生ならびに講師の先生方に深く感謝を申し上げます。また、本研究を進めるにあたり、貴重なご意見、ご指導をいただくとともに、本研究に対し御高配を賜りました埼玉医科大学公衆衛生学教室永井正規教授に心より感謝を申し上げます。

(受付 2001. 1. 9)
(採用 2001. 8.19)

文 献

- 1) Assaad F, Cockburn WC, Sundaresan TK. Use of excess mortality from respiratory diseases in the study of influenza. *Bull. Wld Hlth Org.* 1973; 49: 219-233.
- 2) Standardization and improvement of influenza surveillance: Memorandum from a WHO/GEIG meeting. *Bull. Wld Hlth Org.* 1992; 70(1): 23-25.
- 3) 新型インフルエンザ対策報告書 (下). 週間保健衛生ニュース第927号. 東京: 社会保険実務研究所, 1997; 18-37.
- 4) Serfling RE. Methods for Current Statistical Analysis of Excess Pneumonia-Influenza Deaths. *Public Health Reports* 1963; 78(6): 494-506.
- 5) Serfling RE, Sherman IL, Housworth WJ. Excess pneumonia-influenza mortality by age and sex in three major influenza A2 epidemics, United States, 1957-58, 1960 and 1963. *American Journal of Epidemiology* 1967; 86(2): 433-441.
- 6) Housworth WJ, Langmuir AD. Excess mortality from epidemic influenza, 1957-1966. *American Journal of Epidemiology* 1974; 100(4): 40-48.
- 7) Lui KJ, Kendal AP. Impact of influenza epidemics on mortality in the United States from October 1972 to May 1985. *American Journal of Public Health* 1987; 77(6): 712-716.
- 8) 河合 道, 福富和夫, 杉浦 昭. インフルエンザと超過死亡 (1966~1978). *臨床とウイルス* 1980; 8(1): 53-56.
- 9) 福富和夫, 橋本修二. 季節変動の観察—インフルエンザによる超過死亡. *保健統計・疫学*. 東京: 南山堂, 1995; 56-67.
- 10) 高橋美保子, 丹後俊郎. インフルエンザによる超過死亡の新しい定義とその推定方法. *日本公衛誌* 2001; 48: 402-408.
- 11) 河内章明, 加藤誠実, 八木ナツ子, 他. 人口動態統計からみた阪神・淡路大震災による死亡の状況. *厚生指標* 1996; 43: 8-15.
- 12) 大島健次郎, 富永真琴, 森 享, 他. インフルエンザの流行と超過死亡—慢性疾患への影響—. *日本医事新報* 1976; No. 2717: 48-52.

COMPARATIVE STUDY OF NEW METHOD AND
THE KAWAI AND FUKUTOMI METHODS FOR
ESTIMATING EXCESS MORTALITY ASSOCIATED WITH
INFLUENZA-EPIDEMICS, BASED UPON NATIONAL VITAL
STATISTICS FROM 1975 TO 1997.

Mihoko TAKAHASHI*, and Toshiro TANGO^{2*}

Key words : Influenza, Excess mortality, Seasonal index, Normal range, All-cause mortality, Pneumonia mortality

Purpose In our previous paper, we proposed a new definition and method for estimating excess mortality associated with influenza epidemics. In this paper, we applied this new method to the national vital statistics for 1975–1997 in Japan and compared the estimates obtained with those generated with the Kawai and Fukutomi method.

Methods The monthly rates of death from all causes other than accidents (all-causes) and deaths attributed to pneumonia between 1975–1997 in Japan were analyzed using our new method. Epidemic periods were identified by examining the monthly rates for deaths attributable to influenza and associated excess mortality was then estimated for the 23-year period using defined criteria. Finally, the estimates obtained using the new method were compared with those obtained using the Kawai and Fukutomi method.

Results 1) An increase in observed over expected mortality (i.e. excess mortality under the old definition) was detected even for months when influenza epidemics did not occur.
2) Estimates made using the Kawai and Fukutomi method were between 2,000–14,000 higher for deaths from all-causes and about 500–3,000 higher for those from pneumonia for each of the epidemic periods, compared to the relevant figures obtained using the new method. This finding provided a good indication of the methodological difference with the new method, which considers the range of random variation in seasonal mortality. Overall, the two methods differed in their estimates of which month had the highest excess monthly mortality rate for the year and which year had the highest excess annual mortality rate.

Conclusions By comparing estimates obtained using the new method and the Kawai and Fukutomi method, we demonstrated that the former provides a more reasonable estimate of excess mortality rates, regardless of whether or not the period in question occurred during an influenza epidemic.

* Department of Public Health, Saitama Medical School

^{2*} Division of Theoretical Epidemiology, Department of Epidemiology, National Institute of Public Health