

わが国における第二次世界大戦後のインフルエンザによる 超過死亡の推定

パンデミックおよび予防接種制度との関連

オオミ ケンイチ^{1,2*} マルイ エイジ^{2*}
逢見 憲一^{1,2*} 丸井 英二^{2*}

目的 わが国におけるインフルエンザによる健康被害を定量的に把握し、超過死亡と予防接種制度との関連を考察する。

方法 人口動態統計を用い、1952～74年および1975～2009年の総死亡率の季節変動から、インフルエンザによる超過死亡率と死亡数を推計した。

結果 1952-53年から2008-09年の超過死亡数の合計は687,279人、年平均12,058人であった。

アジアかぜ、香港かぜ、ソ連かぜを合わせたパンデミック期6期分の超過死亡数は95,904人、それ以外の非パンデミック期51期分は591,376人とパンデミック期の約6倍であった。超過死亡年あたりの平均超過死亡数は、パンデミック期が23,976人、非パンデミック期が23,655人とほぼ同規模であった。

アジアかぜ、香港かぜパンデミック開始時には、超過死亡に占める65歳未満の割合が増大していた。

わが国の予防接種制度に関する時期別のインフルエンザ年平均年齢調整死亡率（10万人あたり）は、1952-53～61-62年（勧奨接種前）42.47、1962-63～75-76年（勧奨接種期）19.97であったが、1976-77～86-87年（強制接種期）には6.17に低下し、1987-88～93-94年（意向配慮期）は3.10であったが、1994-95～2000-01年（任意接種期）には9.42に急上昇し、2001-02年以降（高齢者接種期）には2.04に急低下していた。5～14歳の学童では、任意接種期の超過死亡率は強制接種期の15倍以上となっていた。また、65歳未満の年齢階層では、強制接種期の方が高齢者接種期よりも超過死亡率が低かった。

結論 インフルエンザによる超過死亡は、パンデミックの有無によらず継続的にみられていた。また、インフルエンザとは診断されない超過死亡がインフルエンザ超過死亡全体の8～9割を占めていた。

わが国において、1970～80年代の学童への予防接種、および2000年代の高齢者への予防接種がインフルエンザ超過死亡を抑制していたこと、また、学童強制接種による超過死亡抑制の効果が大きかったことが示唆された。

公衆衛生政策上、非パンデミックの時期にも一般的なインフルエンザ対策を継続することが重要である。学童への集団予防接種も含め、“社会防衛”の理念を再評価すべきである。

Key words : インフルエンザ, 超過死亡, パンデミック, 学童接種, 福見理論, 社会防衛

I はじめに

現代のわが国において、インフルエンザの流行は、「死亡の長期的な動向を短期的に変動させている唯一最大の要因」と考えられている¹⁾。古来よ

り、インフルエンザの流行はたびたびみられており、近代以降のパンデミック（世界的流行, pandemic）をみても、1918年から1919年のスペインかぜの流行をはじめとして、1957年に始まったアジアかぜ、1968年の香港かぜ、1977年のソ連かぜなどが知られている^{2～10)}。

インフルエンザ流行の死因統計への影響は、インフルエンザを直接の死因とする死亡にとどまらず、インフルエンザ流行にともなうさまざまな死因によ

* 国立保健医療科学院生涯健康研究部

^{2*} 順天堂大学公衆衛生学教室

連絡先：〒351-0197 埼玉県和光市南 2-3-6

国立保健医療科学院生涯健康研究部 逢見憲一

る死亡が増加する「超過死亡 (excess mortality)」のかたちをとる¹¹⁾。

そこで本研究では、いくつかのパンデミックを含む時期のインフルエンザによる超過死亡を推定し、その影響を定量的に把握することを目的とした。あわせてわが国のインフルエンザ予防接種制度と超過死亡の推移について考察し、今後の公衆衛生政策およびインフルエンザ対策に資する。

II 方 法

1. 超過死亡率および超過死亡数の推定

高橋らの方法^{12~16)}に沿って、1952年以降2009年までのインフルエンザによる超過死亡を推定した。なお、高橋らの推計が1975年以降であること^{14,15)}、また推計の基本となる総死亡率の季節変動が1970年代以降変化していることも勘案して、本研究では、1952年から1974年までの期間と1975年から2009年までの期間を分けて超過死亡の推計を行った。

超過死亡推定の概要は以下のとおりである。

1) 超過死亡率と超過死亡数

各年各月別のインフルエンザ死亡率 (年換算値) からインフルエンザ流行月を決定した。高橋ら^{12~16)}と同じく、インフルエンザを直接の死因とする各月の死亡率 (年換算) を判定基準とした。1952~74年については、流行の基準となるインフルエンザ死亡率をそれぞれ仮定した場合について、下記の方法により判定されるインフルエンザ流行月数等を算出したうえで判定基準を決定した。1975~2009年については、高橋ら^{12~16)}に準じて、インフルエンザを直接の死因とする死亡率が「おおむね0.9 (人口10対) 以上の月」を流行月とした。

次いで各年次について、インフルエンザ流行月を除いた年間平均死亡率と各月死亡率 (年換算値) の比を「季節指数」とし、各年の季節指数の幾何平均値とその母標準偏差の不偏推定量から季節指数の95%信頼区間を算出した。季節指数に平均死亡率を

乗じて「期待死亡率」とし、それと観察死亡率 (実際の死亡率) の差を超過死亡率として推計した。超過死亡数は、超過死亡率と人口から算出した。

2) 年齢階級別超過死亡数と超過死亡率

上記に加え、年齢階級別の超過死亡数・率を算出した。ただし、85歳以上の年齢階級は多くの推計で一括されてしまっていること、とくに1950年代には推計されていない年齢階級があること、また、年齢階級別人口が小さく死亡数は大きいため人口推計の誤差が死亡率の誤差に反映されやすいことを勘案して、死亡数をいったん死亡率に換算することなく、死亡数から季節指数を直接算出し、死亡数を推計した。

2. 資料

月別の総死亡数および死因別死亡数については、人口動態統計の確定数を用いた。

また、月別年齢階級別死亡数については、高橋らは人口動態統計月報の資料を用いている^{15,16)}が、本研究ではより正確を期し、各年の人口動態統計年報における月別生年年齢別死亡数を用いた。

各年各月の人口については、総務庁統計局の「推計人口」等の資料を用いた^{17,18)}。

年齢階級別超過死亡率についても同様としたが、2001年から2009年については総理府統計局の「推計人口」から各年10月1日現在人口を用いた¹⁸⁾。年齢調整超過死亡率を算出する際の基準人口には、「昭和60年モデル人口」を用いた¹⁹⁾。

III 研究結果

1. 超過死亡推定の基礎指標

まず、1952~74年について、判定基準ごとに定義されたインフルエンザ流行月数等を表1に示す。流行の判定基準となるインフルエンザ死亡率 (人口10万対) を「2.5以上」から「2.0以上」に下げた際には超過死亡数は29のまま増加せず超過死亡月数の増加はわずかであった。そこで1952~74年について、

表1 インフルエンザ流行月の判定基準と流行月数, 超過死亡月数 (1952~74年)

	判定基準 (インフルエンザ死亡率 (人口10万人あたり))						
	≥4.0	≥3.5	≥3.0	≥2.5	≥2.0	≥1.5	≥1.0
インフルエンザ流行月数	34	39	42	47	50	58	75
インフルエンザによる超過死亡月数	15	22	25	29	29	31	34
判定基準変更により増加した流行月数 (a)	—	5	3	5	3	8	17
判定基準変更により増加した超過死亡月数 (b)	—	7	3	4	0	2	3
(b)/(a)	—	1.4	1.0	0.8	0.0	0.3	0.2
非流行月における超過死亡月数	7	5	6	4	3	2	1

インフルエンザ流行月の判定基準を「インフルエンザ死亡率（年換算，人口10万人あたり）2.5以上」とした。

この判定基準に基づいた流行月，季節指数等の基礎指標を表2 および表3に，算出された年間死亡率，期待死亡率等を図1に示す。

2. 超過死亡の推移

各年各月のインフルエンザによる超過死亡の推定値（点推定）およびその95%信頼区間を表4に示す。以後本稿では，たとえば，1956年から1957年にかけてであれば1956年5月から1957年4月までを1956-57年の流行期とした。

1952-53～2008-09年の超過死亡の合計は687,279人（95%信頼区間は384,149～970,468人），年（流行期）平均は12,058（6,739～17,026）人であった。

アジアかぜの1957-58，58-59年と香港かぜの1968-69，69-70年，ソ連かぜの1977-78，78-79年を合わせた6期分のパンデミック期の超過死亡数は95,904人，それ以外の非パンデミック期51期分の超過死亡数は591,376人とパンデミック期の約6.17倍

表2 インフルエンザ死亡率，インフルエンザ流行月数および超過死亡月数

	1952～1974	1975～2009
インフルエンザ死亡率（/10万人）の平均	2.09	0.52
流行月判定基準（インフルエンザ死亡率）	≥ 2.5	≥ 0.9
流行月数（年平均）	47(2.14)	61(1.74)
超過死亡月数（年平均）	29(1.32)	38(1.09)

であった。超過死亡のみられた年（流行期）あたりの平均超過死亡数は，パンデミック期が23,976人，非パンデミック期が23,655人とほぼ同規模であった。

3. 年齢階級別超過死亡率

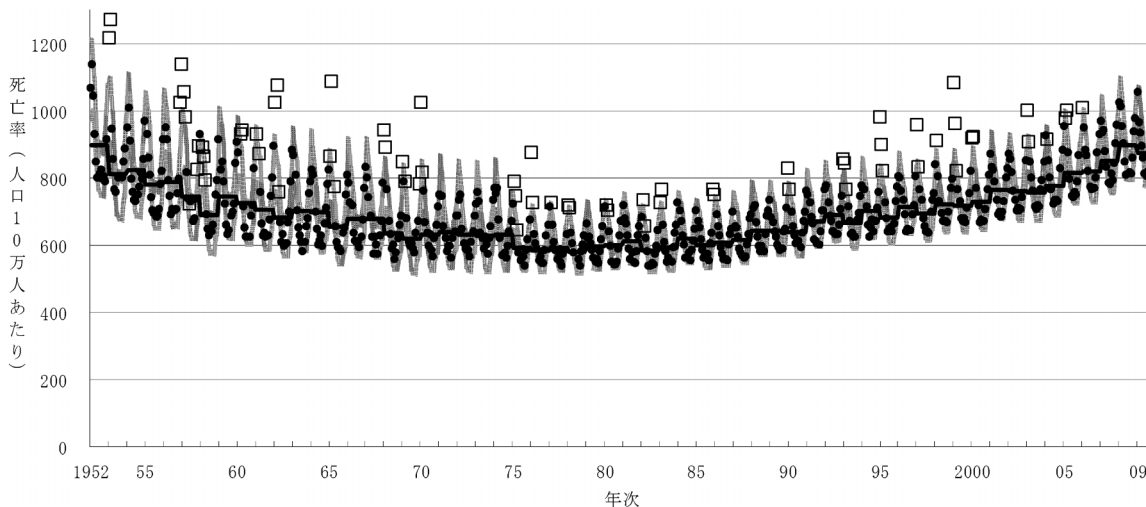
年齢階級別超過死亡率を昭和60年モデル人口により年齢調整した後に算出した，65歳未満の超過死亡の割合の推移を図2に示す。1957-58年のアジアかぜ，1968-69，69-70年の香港かぜパンデミック開始時には，超過死亡に占める65歳未満の割合が増大していた。65歳未満の超過死亡の割合は2000年代に入って急上昇し，2003-04年には51.6%，2005-06年には79.1%に達していた。

アジアかぜおよび香港かぜのパンデミック前後の

表3 季節指数（1952～74年，1975～2009年）

	1952-1974	1975-2009
	(下限～上限)	(下限～上限)
1月	1.208(1.085～1.345)	1.148(1.079～1.220)
2月	1.189(1.109～1.274)	1.102(1.041～1.166)
3月	1.132(1.053～1.218)	1.075(1.029～1.123)
4月	1.032(0.967～1.102)	1.030(0.990～1.073)
5月	0.962(0.906～1.022)	0.979(0.946～1.013)
6月	0.905(0.850～0.964)	0.928(0.894～0.964)
7月	0.915(0.834～1.003)	0.931(0.890～0.974)
8月	0.902(0.834～0.976)	0.931(0.889～0.975)
9月	0.897(0.832～0.969)	0.919(0.890～0.950)
10月	0.960(0.892～1.033)	0.980(0.941～1.021)
11月	1.009(0.921～1.105)	1.044(0.997～1.094)
12月	1.103(1.020～1.191)	1.103(1.050～1.158)

図1 期待死亡率と超過死亡のみられた月の観察死亡率



— 期待死亡率の下限 — 期待死亡率の上限 — 年間死亡率 □ 観察死亡率（超過死亡） ● 観察死亡率（非超過死亡）

表4 各流行期における超過死亡数の推定値 (1952~2009年)

流行期	6月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	合計	95%信頼区間
1952-53年 (1953. 1-同. 2)				17,016	20,016			37,033	(24,321~48,609)
1956-57年 (1956.12-1957.3)			11,809	18,082	11,703	10,606		52,200	(29,748~72,818)
1957-58年 (1957. 6-1958.4)	3,669	5,485	5,674		4,758	6,307	5,917	31,810	(5,783~55,964)
1959-60年 (1960. 3-同. 4)						8,356	14,684	23,040	(14,270~31,219)
1960-61年 (1961. 2-同. 3)					6,493	5,762		12,255	(3,137~20,747)
1961-62年 (1962. 2-同. 4)					15,391	24,210	4,026	43,626	(30,977~55,426)
1964-65年 (1965. 2-同. 4)					6,533	28,614	7,881	43,029	(30,561~54,659)
1967-68年 (1968. 1-同. 2)				14,960	10,625			25,585	(13,885~36,243)
1968-69年 (1969. 1-同. 3)				8,615		7,609		16,224	(4,308~27,070)
1969-70年 (1969.12-1970.3)			8,463	22,924	5,294			36,681	(20,112~51,841)
1974-75年 (1975. 2-同. 4)					11,346	10,214	2,980	24,539	(16,355~32,341)
1975-76年 (1976. 1-同. 2)				19,277	6,957			26,234	(18,858~33,185)
1976-77年 (1977. 2)					6,470			6,470	(3,160~9,596)
1977-78年 (1978. 1-同. 2)				5,127	6,061			11,189	(3,831~18,124)
1979-80年 (1980. 2-同. 3)					5,518	5,767		11,286	(4,897~17,356)
1981-82年 (1982. 2-同. 3)					7,963	2,836		10,799	(4,570~16,719)
1982-83年 (1983. 1-同. 2)				4,918	10,288			15,206	(7,424~22,540)
1985-86年 (1985.12-1986.1)			10,839	5,469				16,309	(8,370~23,816)
1989-90年 (1990. 1-同. 2)				9,576	5,703			15,280	(6,541~23,515)
1992-93年 (1993. 1-同. 3)				9,438	10,331	4,837		24,606	(11,998~36,539)
1994-95年 (1995. 1-同. 3)				21,068	13,784	8,921		43,773	(30,798~56,054)
1996-97年 (1997. 1-同. 2)				17,402	6,434			23,836	(14,180~32,937)
1997-98年 (1998. 2)					11,262			11,262	(6,769~15,506)
1998-99年 (1999. 1-同. 3)				27,485	16,219	4,950		48,653	(34,864~61,704)
1999-2000年 (2000. 1-同. 2)				8,732	12,081			20,813	(10,459~30,572)
2002-03年 (2003. 1-同. 2)				14,369	7,009			21,378	(10,698~31,445)
2003-04年 (2004. 2)					5,943			5,943	(885~10,722)
2004-05年 (2005. 2-同. 3)					7,628	12,960		20,588	(11,174~29,535)
2005-06年 (2006. 1)				7,633				7,633	(1,216~13,668)
	合 計							687,279	(384,149~970,468)
	年 平 均							12,058	(6,739~17,026)

注) 推定値は小数点以下を四捨五入しているため、合計が表中の値と合致しない場合がある。

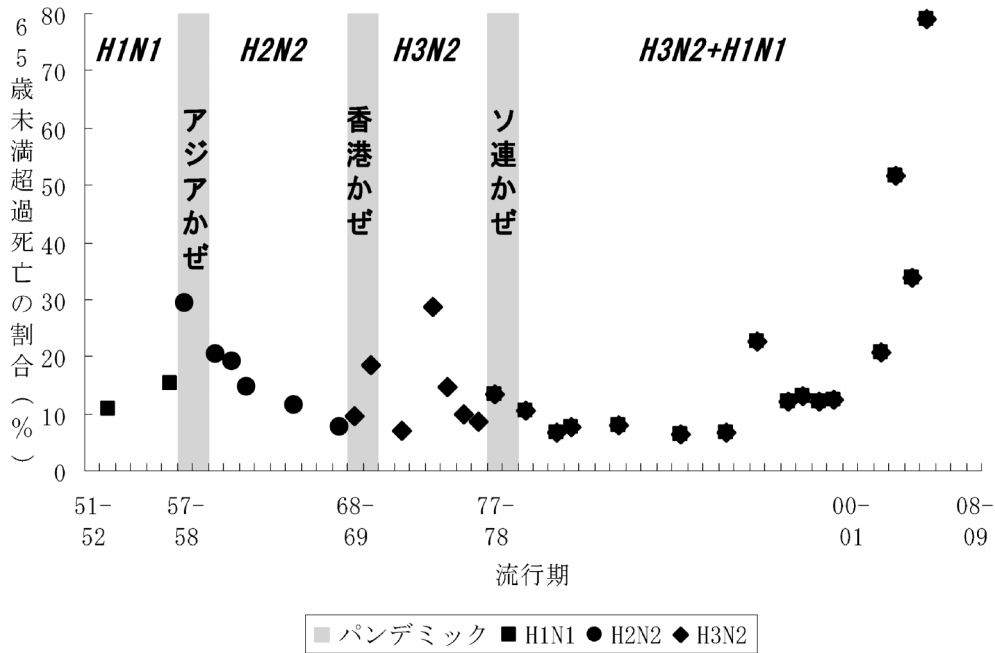
超過死亡年齢階級別構成を図3と図4に示す。アジアかぜでは乳児や若年者の超過死亡がみられた一方、香港かぜのパンデミック前後では、構成割合のピークは、若年への移動がみられた。また、香港かぜパンデミック直前の1967-68年の年齢階級別超過死亡に対する1968-69年および1969-70年の年齢階級別死亡率の比を図5に示す。特に1969-70年の年齢階級別死亡率は50-54歳から70-74歳までは1967-68年の2倍以上であったが、80-84歳より上の年齢階級では1967-68年の2分の1から3分の2程度であった。

4. 粗および年齢調整インフルエンザ超過死亡率
 予防接種に関する時期別にみた粗および年齢調整インフルエンザ超過死亡率(人口10万人あたり)を図6および表5に示す。なお、粗超過死亡率と年齢

調整超過死亡率の比較が可能となるよう、粗死亡率の算出には年齢階級別超過死亡数の合計を用いている。

わが国の予防接種制度²⁰⁾に関する時期別にみると、同死亡率はインフルエンザ予防接種導入以前の1952-53~61-62年(勧奨接種前)には42.47、学童への勧奨接種が行われるようになった1962-63~75-76年(勧奨接種期)には19.97であったが、学童へのインフルエンザ予防接種が定期接種となった1976-77~1986-87年(強制接種期)には6.17と勧奨接種期の3分の1に急低下していた。一方、学童へのインフルエンザ集団予防接種に対する批判から接種時に保護者の意向に配慮することが義務付けられた1987-88~93-94年(意向配慮期)には同死亡率は

図2 超過死亡における65歳未満の割合(%)の推移



注) 昭和60年モデル人口により年齢調整した後、構成割合を算出した。
年齢階級別超過死亡数の合計が1,000人に満たない流行期は除いた。

図3 アジアカぜ流行時の超過死亡数の年齢構成

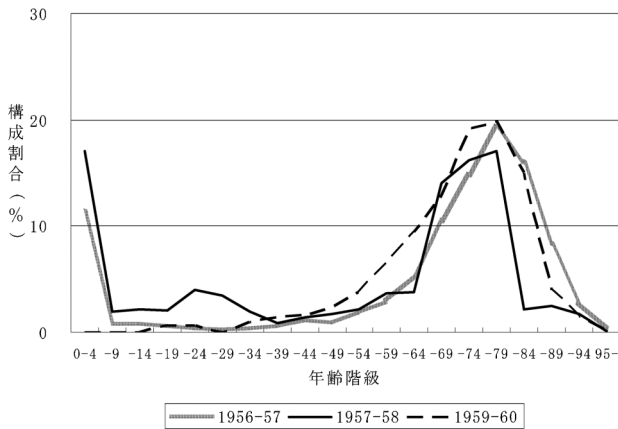


図5 香港かぜ流行時1967-68年の年齢階級別超過死亡に対する1968-69年および1969-70年の年齢階級別死亡率の比

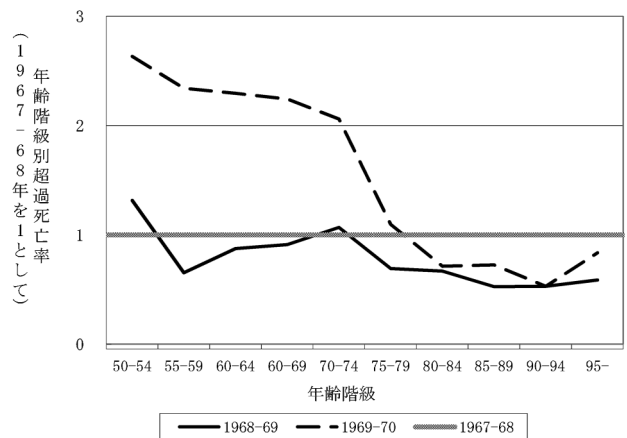
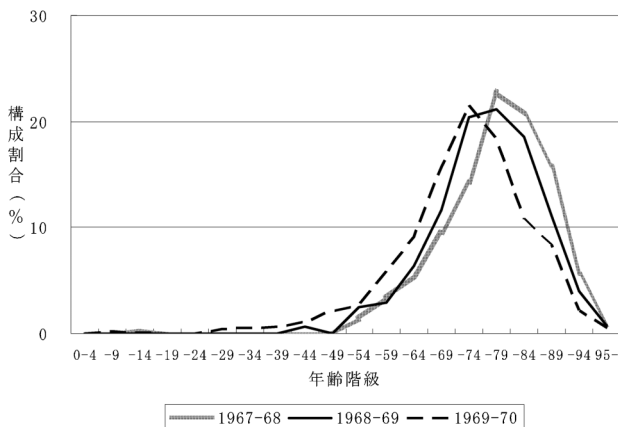


図4 香港かぜ流行時の超過死亡数の年齢構成



3.10であったものの、接種が任意化され、事実上行われなくなった1994-95~2000-01年(任意接種期)には同死亡率は9.42と反転上昇し、強制接種期を上回っていた。ところが、わが国で高齢者への予防接種法による接種が行われるようになった2001-02年以降(高齢者接種期)には、インフルエンザによる年齢調整超過死亡率は2.04に急低下していた。

インフルエンザによる年齢調整超過死亡率(人口10万人あたり)の年齢階層別内訳を表6に示す。5~14歳の学童では、強制接種期の超過死亡率は0.003と非常に低かったが、任意接種期には0.053と

表5 予防接種に関する時期別にみた年平均超過死亡率（人口10万人あたり）

	粗死亡率 (年平均)	年齢調整 死亡率 (年平均)
勸奨接種前 (1952-53~61-62)	20.19	42.47
勸奨接種期 (1962-63~75-76)	12.15	19.97
強制接種期 (1976-77~86-87)	5.32	6.17
意向配慮期 (1987-88~93-94)	4.16	3.10
任意接種期 (1994-95~2000-01)	15.74	9.42
高齢者接種期 (2001-02~08-09)	3.74	2.04
全期間	10.34	14.81

注) 粗死亡率には、年齢階級別超過死亡数の合計を用いた。
年齢調整超過死亡率は、昭和60年モデル人口により年齢調整した。

15倍以上に急上昇したばかりでなく、高齢者接種期に至っても0.016と強制接種期の約5倍の超過死亡率を示していた。15~34歳の青少年および35~64歳の中高年も、任意接種期の急上昇、高齢者接種期にも強制接種期を上回る超過死亡率、という同様の傾向を示していたが、65歳以上の高齢者では傾向が異なっていた。すなわち、強制接種期の超過死亡率は5.60、任意接種期は7.92と1.4倍程度の上昇を示していたが、高齢者接種期には1.27と強制接種期の4分の1を下回るまで超過死亡率が低下していた。

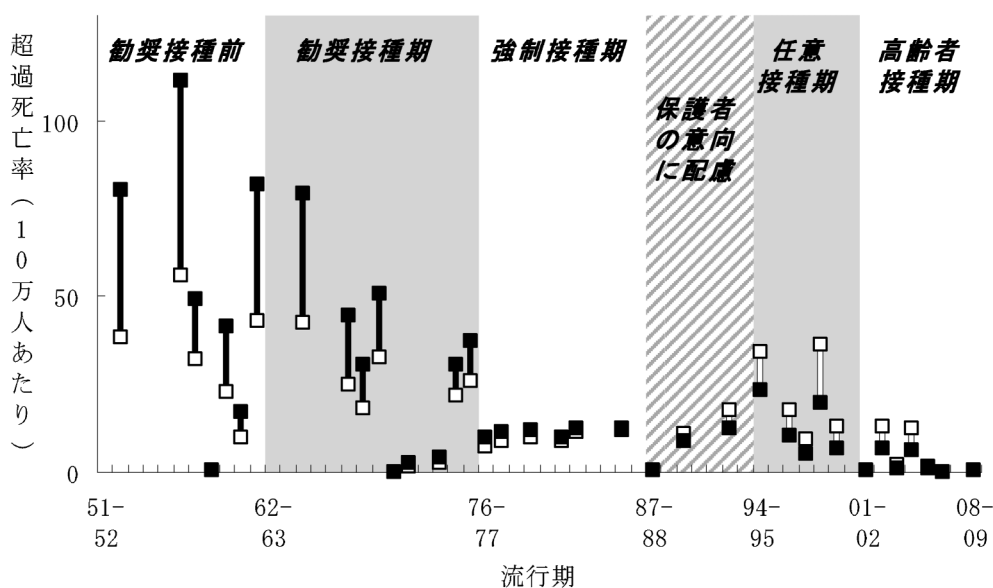
なお、仮にインフルエンザの流行月の判定基準を変更した場合のインフルエンザによる年齢調整超過死亡率を表7に示す。いずれに変更した場合でも、年平均超過死亡率は上述と同様の変動を示していた。

表6 予防接種に関する時期別にみた年齢階層別年平均超過死亡率（人口10万人あたり）

	年齢階層別超過死亡率（年平均）					合計
	0-4	5-14	15-34	35-64	65-	
勸奨接種前 (1951-52~61-62)	1.047	0.155	0.49	4.69	36.09	42.47
勸奨接種期 (1962-63~75-76)	0.000	0.022	0.09	2.34	17.52	19.97
強制接種期 (1976-77~86-87)	0.000	0.003	0.02	0.54	5.60	6.17
意向配慮期 (1987-88~93-94)	0.011	0.006	0.00	0.20	2.89	3.10
任意接種期 (1994-95~2000-01)	0.103	0.053	0.10	1.25	7.92	9.42
高齢者接種期 (2001-02~08-09)	0.012	0.016	0.07	0.67	1.27	2.04
全期間	0.196	0.042	0.13	1.74	12.70	14.81

注) 年齢階層別超過死亡率は、年齢階級別超過死亡率を昭和60年モデル人口により年齢調整したのち、適宜合計した。

図6 予防接種に関する時期別にみた粗および年齢調整超過死亡率



■ 予防接種に関する時期 □ 粗死亡率 ■ 年齢調整死亡率

注1) 粗死亡率の算出には、年齢階級別超過死亡数の合計を用いている。
注2) 年齢調整超過死亡率は、昭和60年モデル人口により年齢調整した。

表7 インフルエンザ流行月判定基準による年齢調整超過死亡率（人口10万人あたり）

判定基準	1952~74 1975~2009	年齢調整死亡率 (年平均)	
		≥0.9	≥2.5
勸奨接種前 (1952-53~61-62)		49.39	42.47
勸奨接種期 (1962-63~75-76)		24.55	19.36
強制接種期 (1976-77~86-87)		6.17	3.70
意向配慮期 (1987-88~93-94)		3.10	1.21
任意接種期 (1994-95~2000-01)		9.42	7.99
高齢者接種期 (2001-02~08-09)		2.04	1.49
全期間		17.03	13.68

注) 年齢調整超過死亡率は、昭和60年モデル人口により年齢調整した。

Ⅳ 考 察

1. インフルエンザ超過死亡に関する先行研究

「Ⅱ方法」でも述べたように、本研究におけるインフルエンザの超過死亡の推定方法は高橋らの研究に多くを負っている^{12~16)}。他の先行研究としては国立公衆衛生院(当時)の大島、河合らの研究^{21,22)}、やはり国立公衆衛生院(当時)の橋らの研究²³⁾がある。また、最近では速水²⁴⁾、Richard・菅谷ら²⁵⁾、高山^{26,27)}などがわが国のスペインかぜなどによる超過死亡を推計している。

わが国以外では、たとえば米国においては古くからインフルエンザによる超過死亡が推計されている^{28~30)}。また、アジアかぜ前後^{31~33)}、香港かぜ前後^{34,35)}、米国以外でもヨーロッパ^{36~40)}およびアジア^{41~43)}諸国・地域について、また多国間の比較^{44,45)}も検討されている。

また、近年では、予防接種制度と関連して最近の米国^{46~49)}およびわが国^{50,51)}のインフルエンザ超過死亡を推計した研究もある。

2. 超過死亡推定の基礎指標

本研究の主要な目的は、インフルエンザによる超過死亡を定量的に観察することである。1952~2009年における通年の年平均超過死亡数は約1万2千人であった。この期間のわが国における年間死亡数は約80万人であったから、全死亡の約1.5%が毎年インフルエンザの影響によって死亡していたことになる。同期間にインフルエンザを直接の死因とした死亡は、年平均約1,200人であったことから、インフルエンザの影響によって死亡したうちで、インフルエンザが死因とされた死亡は7~18%程度に過ぎなかったと考えられる。

3. パンデミックとの関連

「結果 2.」でみたように、アジアかぜ、香港かぜ、ソ連かぜの各々のパンデミック期の超過死亡は非パンデミック期と同程度であった。すなわち、新型ウィルスの出現による影響は、超過死亡の規模においては大きくなかったと考えられる。

アジアかぜおよび香港かぜパンデミック開始時には超過死亡に占める65歳未満の死亡の割合が増大しているという知見を得た。この知見はパンデミック開始時には若年の超過死亡が増加する、というSimonsenらの指摘^{52,53)}に合致している。とくに、香港かぜパンデミックに際して1968-69年よりも1969-70年の65歳未満の割合が増大していることは、アジア・ヨーロッパにおいては1969-70年に変異したインフルエンザウィルスによって大きな超過死亡が生じたというViboudらの仮説⁴⁵⁾と整合していると考えられる。また、本研究において香港かぜ流行時に80歳以上の年齢階級で超過死亡が1967-68年の超過死亡を下回ったという知見は、Simonsenら⁵⁴⁾の知見と合致し、彼らの支持するウィルス循環説^{54,55)}、すなわち、1890年以前に生まれた世代が香港かぜと同じH2亜型のウィルスへの抗体を有している、1890年前後のインフルエンザパンデミックはH2亜型のウィルスによってもたらされていたという説にも整合している。ただし、この結果が1967-68年に多くの高齢者が死亡したことによってもたらされていた可能性もあるので、ウィルス循環説が無条件に支持されるものではない。

4. わが国の予防接種制度との関連

学童へのインフルエンザ集団予防接種は、学童に対して重点的に集団接種を実施することで地域流行が阻止できるとする、いわゆる「福見理論」⁵⁶⁾に基づいてわが国に導入された²⁰⁾。その後インフルエンザワクチンの有効性に対する疑問が高まり、1994年には改正予防接種法によって事実上中止に追い込まれた経緯がある^{57,58)}。しかし、インフルエンザワクチンについては、今日ではその有効性が疫学的にも⁵⁹⁾理論的にも⁶⁰⁾実証されており、2001年に予防接種法が改正され、高齢者を対象に定期接種が行われるようになった²⁰⁾。

菅谷ら^{50,51)}は、わが国において学童への予防接種が実施されていた1970年代から80年代にはインフルエンザによる超過死亡は低く、1990年代の集団接種中止以降超過死亡が増加していることを示したが、この研究には、2001年以降の高齢者接種期が検討されていないこと、また、高齢化による超過死亡増加の影響を考慮していないとの批判がある⁶¹⁾こと、などの課題が残されていた。

表8 年齢階層別予防接種者数・率および抗インフルエンザ薬処方推定人数・率（2006-07～2008-09年の平均）

予防接種	平均接種者数 (万人)	平均予防接種率 (%)					全年齢
		0	1-5	6-12	13-64	65-	
	4,153	23.2	55.1	43.0	23.1	55.1	32.6

抗インフルエンザ薬	平均処方人数 (万人)	平均処方率 (%)					全年齢
		0-9	10-19	20-64	65-	全年齢	
	433	14.9	6.3	2.3	0.5	3.4	

注) 予防接種者数・率については、文献64)–66)。ただし、厚生労働省第11回インフルエンザワクチン需要検討会は2007年6月、第12回は2008年6月に開催されているが、第13回の開催は2010年7月であり、文献64)–66)に記載されている接種状況は、それぞれ平成18、19、21年度すなわち2006-07、2007-08、2009-10年の流行期に関するものである。そこで、2008-09年の年齢階層別予防接種率については文献66) 図1の年次推移の数字を用い、予防接種者数については同図の全年齢予防接種率に2008年10月1日現在の推計人口を乗じて筆者が算出した。

抗インフルエンザ薬処方推定人数・率については、文献63)。処方推定人数については、資料中の「抗インフルエンザ薬の処方状況とリレンザのシェア（推定）〔患者年齢区分別〕」から直接得た。年齢階層別処方率については、同資料中の年齢区分別処方推定人数の年齢区分別構成割合の数字に処方推定人数を乗じて年齢階層別の処方推定人数を得、それらを各流行期について2006年～2008年各10月1日現在の年齢階層別人口で除して筆者が算出した。

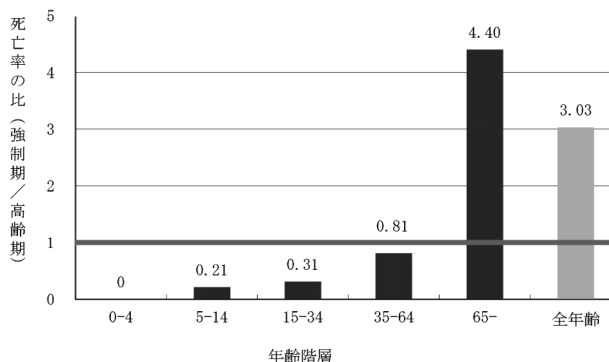
本研究では、超過死亡率の年齢調整によって高齢化の影響を除去した後も、1990年代の集団接種中止以降インフルエンザによる超過死亡が増大し、さらに今度は2001年の高齢者への定期接種開始後は再度超過死亡率が減少していることが示された。

ただし、2001年以降の傾向を検討する際には、わが国ではこの期間に抗インフルエンザ薬が広範に普及している事実を考慮する必要がある^{62,63)}。表8に厚生労働省の資料^{63～66)}を用いて著者が作成した、最近3年間のわが国における年齢階層別平均予防接種者数・率と、同じく抗インフルエンザ薬処方者数・率を示す。65歳以上の高齢者は、処方率はわずか0.5%と青少年・中高年よりも低かったにもかかわらず、接種率は高く死亡率低下は大きかった。このことから、接種率・処方率ともに高い乳幼児・学童は措くとしても、少なくとも青少年・中高年および高齢者の超過死亡率低下に寄与したのは、抗インフルエンザ薬よりは予防接種であったと考えられる。

以上の考察から、1970～80年代の学童接種は学童ばかりでなく他の年齢層の超過死亡をも抑制していたことから、いわゆる“社会防衛”の役割を果たしていたこと、一方で、2000年代の予防接種は年齢階層ごとの接種率に応じて超過死亡を抑制しており、“個人防衛”の意味合いが強かったことが示唆され、両者ともにインフルエンザ超過死亡率の低下に寄与していたと考えられる。

さらに、高齢者接種期の年齢階層別超過死亡率を1として振り返った場合の強制接種期の超過死亡率の比を図7に示す。65歳未満の年齢階層では、強制接種期の方が高齢者接種期よりも超過死亡率が低か

図7 高齢者接種期の超過死亡率を1とした場合の強制接種期の超過死亡率の比（年齢階層別）



注) 全年齢の死亡率は、昭和60年モデル人口による年齢調整死亡率を用いた。

った。加えて、2000年代と比較して1970～80年代は乳幼児・学童を中心に死亡率が高く、また抗インフルエンザ薬の無かった時代であったことを考慮すれば、学童強制接種による社会防衛の効果が大きかったことが示唆される。

V 結 論

戦後のインフルエンザ超過死亡をみると、パンデミック期の超過死亡は若年化する傾向がみられたが、超過死亡の規模は他の時期と大きく異ならなかった。

インフルエンザ超過死亡の8～9割は、インフルエンザとは認識されていないと考えられ、投薬のみならず、“公衆衛生的介入 (Non-pharmaceutical Interventions)”^{67,68)}が重要であると考えられる。

1970～80年代の学童への予防接種および2000年代の高齢者への予防接種がともにインフルエンザ超過死亡を抑制していたことが示唆され、1990年代に一旦は否定された“社会防衛”の理念を再評価すべき時期にきていると考えられる。

(受付 2008.11.13)
採用 2011. 9.20)

文 献

- 1) 福富和夫. 平均寿命の動きとインフルエンザの流行. 厚生指標 1991; 38(2): 3-8.
- 2) Potter CW. Chronicle of influenza pandemics. Nicholson KG, Webster RF, Hay AJ. (eds.) Textbook of Influenza. Oxford: Blackwell Science Ltd., 1998; 3-17.
- 3) Potter CW. A history of influenza. Journal of Applied Microbiology 2001; 91(4): 572-579.
- 4) Beveridge WIB. Influenza: The Last Great Plague. London: Heinemann, 1977. [W.I.B. ビヴァレッジ. インフルエンザ 人類最後の大病 (林雄次郎, 訳). 東京: 岩波書店, 1978.]
- 5) Beveridge WIB. The chronicle of influenza epidemics. History and Philosophy of the Life Sciences 1991; 13(2): 223-235.
- 6) Pyle GF. The Diffusion of Influenza: Patterns and Paradigms. New Jersey: Rowman & Littlefield, 1986.
- 7) 加地正郎. インフルエンザの流行史. 加地正郎, 編. インフルエンザとかぜ症候群 第2版. 東京: 南山堂, 2003; 5-15.
- 8) 根路銘国昭. インフルエンザの流行史. 根路銘国昭. インフルエンザ大流行の謎. 東京: 日本放送出版協会, 2001; 29-64.
- 9) 福見秀雄, 後藤敏夫, 平山 雄, 他編. アジアカぜ流行史. 東京: 日本公衆衛生協会, 1960.
- 10) 福見秀雄, 熊谷富士雄, 園口忠男, 他編. 香港かぜその流行の記録. 東京: 日本公衆衛生協会, 1971.
- 11) 福富和夫, 橋本修二. 保健統計・疫学 改訂3版. 東京: 南山堂, 2005.
- 12) 高橋美保子. インフルエンザ流行による超過死亡の範囲の推定. 日本公衆衛生雑誌 2006; 53(8): 554-562.
- 13) 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の提案. 日本公衆衛生雑誌 2001; 48(5): 402-408.
- 14) 高橋美保子, 丹後俊郎. 過去23年間の死亡統計を用いた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. 日本公衆衛生雑誌 2001; 48(10): 816-826.
- 15) 高橋美保子, 丹後俊郎. 我が国におけるインフルエンザ流行による超過死亡の評価 年齢階層別, 死因別死亡による推定. 日本衛生学雑誌 2002; 57(3): 571-584.
- 16) 高橋美保子, 永井正規. 1987年-2005年のわが国におけるインフルエンザ流行による超過死亡 性別, 年齢階層別, 死因別死亡による推定. 日本衛生学雑誌 2008; 63(1): 5-19.
- 17) 総務庁統計局. 我が国の推計人口 大正9年～平成12年. 東京: 日本統計協会, 2003.
- 18) 独立行政法人統計センター. 政府統計の総合窓口 e-Stat. <http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/eStatTopPortal.do> (2011年10月3日アクセス可能)
- 19) 厚生労働省大臣官房統計情報部. 都道府県別にみた死亡の状況: 平成17年 都道府県別年齢調整死亡率の概況. <http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/jinkou/other/05sibou/index.html> (2011年10月3日アクセス可能)
- 20) 木村三生夫, 平山宗宏, 堺 春美, 他. 予防接種の手びき (第12版). 東京: 近代出版, 2008.
- 21) 大島健次郎, 富永真琴, 森 亨, 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; 2717: 48-52.
- 22) 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): 53-57.
- 23) 橋とも子, 川南勝彦, 箕輪真澄. インフルエンザの流行と超過死亡: 1980～1994年. 日本公衆衛生雑誌 1999; 46(4): 263-274.
- 24) 速水 融. 日本を襲ったスペイン・インフルエンザ. 東京: 藤原書店, 2006.
- 25) Richard SA, Sugaya N, Simonsen L, et al. A comparative study of the 1918-1920 influenza pandemic in Japan, USA and UK: mortality impact and implications for pandemic planning. Epidemiology and Infection 2009 137(8): 1062-1072.
- 26) 高山幸男. 日本における超過死亡によるスペインかぜ再考. 日本臨床内科医会誌 2009; 23(5): 594-600.
- 27) 高山幸男. 超過死亡でみる日本におけるスペインかぜ以降のパンデミック再考. 滋賀医学 2010; 32: 25-33.
- 28) Collins SD. Excess mortality from causes other than influenza and pneumonia during influenza epidemics. Public Health Reports 1932; 47(46): 2159-2180.
- 29) Collins SD, Lehmann J. Trends and epidemics of influenza and pneumonia, 1918-1951. Public Health Reports 1951; 66(46): 1487-1516.
- 30) Collins SD, Lehmann JL. Influenza epidemics during 1951-56. Public Health Reports 1957; 72(9): 771-780.
- 31) Dauer CC. Mortality in the 1957-58 influenza epidemic. Public Health Reports 1958; 73(9): 803-810.
- 32) Eickhoff TC, Sherman IL, Serfling RE. Observations on excess mortality associated with epidemic influenza. JAMA 1961; 176(9): 776-782.
- 33) Serfling RE. Methods for current statistical analysis of excess pneumonia-influenza deaths. Public Health Reports 1963; 78(6): 494-506.
- 34) Housworth J, Langmuir AD. Excess mortality from epidemic influenza, 1957-1966. American Journal of Epidemiology 1974; 100(1): 40-48.
- 35) Choi K, Thacker SB. Mortality during influenza epi-

- demics in the United States, 1967-1978. *American Journal of Public Health* 1982; 72(11): 1280-1283.
- 36) Clifford RE, Smith JWG, Tillett HE, et al. Excess mortality associated with influenza in England and Wales. *International Journal of Epidemiology* 1977; 6(2): 115-128.
- 37) Langmuir AD, Housworth J. A critical evaluation of influenza surveillance. *Bulletin of the World Health Organization* 1969; 41(3): 393-398.
- 38) Uphoff H, Stilianakis NI. Influenza-associated excess mortality from monthly total mortality data for Germany from 1947 to 2000. *Methods of Information in Medicine* 2004; 43(5): 486-492.
- 39) Rocchi G, Ragona G, De Felici A, et al. Epidemiological evaluation of influenza in Italy, 1956-73. *Bulletin of the World Health Organization* 1974; 50(5): 401-406.
- 40) Ragona G, Giunchi G, Rocchi G, et al. Excess mortality from influenza in a large urban population, Rome, Italy, 1956-76. *The Journal of Hygiene* 1978; 80(2): 249-257.
- 41) Tayback M, Reyes AC. Philippine influenza epidemic of 1957. *Public Health Reports* 1957; 72(10): 855-860.
- 42) Retailiau HF, Gale JL, Beasley RP, et al. Excess mortality and influenza surveillance in Taiwan. *International Journal of Epidemiology* 1978; 7(3): 223-229.
- 43) Lee VJ, Chen MI, Chan SP, et al. Influenza pandemics in Singapore, a tropical, globally connected city. *Emerging Infectious Diseases* 2007; 13(7): 1052-1057.
- 44) Viboud C, Tam T, Fleming D, et al. 1951 influenza epidemic, England and Wales, Canada, and the United States. *Emerging Infectious Diseases* 2006; 12(4): 661-668.
- 45) Viboud C, Grais RF, Lafont BAP, et al. Multinational impact of the 1968 Hong Kong influenza pandemic: evidence for a smoldering pandemic. *The Journal of Infectious Diseases* 2005; 192(2): 233-248.
- 46) Thompson WW, Shay DK, Weintraub E, et al. Mortality associated with influenza and respiratory syncytial virus in the United States. *JAMA* 2003; 289(2): 179-186.
- 47) Thompson WW, Weintraub E, Dhankhar P, et al. Estimates of US influenza-associated deaths made using four different methods. *Influenza and Other Respiratory Viruses* 2009; 3(1): 37-49.
- 48) Simonsen L, Reichert TA, Viboud C, et al. Impact of influenza vaccination on seasonal mortality in the US elderly population. *Archives of Internal Medicine* 2005; 165(3): 265-272.
- 49) Foppa IM, Hossain MM. Revised estimates of influenza-associated excess mortality, United States, 1995 through 2005. *Emerging Themes in Epidemiology* 2008; 5: 26.
- 50) Reichert TA, Sugaya N, Fedson DS, et al. The Japanese experience with vaccinating schoolchildren against influenza. *New England Journal of Medicine* 2001; 344(12): 889-896.
- 51) 菅谷憲夫. インフルエンザワクチン接種と超過死亡: 日本の学童集団接種の再評価. *インフルエンザ* 2007; 8(1): 31-34.
- 52) Simonsen L, Clarke MJ, Schonberger LB, et al. Pandemic versus epidemic influenza mortality: a pattern of changing age distribution. *The Journal of Infectious Diseases* 1998; 178(1): 53-60.
- 53) Miller MA, Viboud C, Balinska M, et al. The signature features of influenza pandemics: implications for policy. *New England Journal of Medicine* 2009; 360(25): 2595-2598.
- 54) Simonsen L, Reichert TA, Miller MA. The Virtues of antigenic sin: consequences of pandemic recycling on influenza-associated mortality. Kawaoka Y, eds. *Options for the Control of Influenza V (International Congress Series)*. Amsterdam: Elsevier Science Health Science Div, 2004; 791-794.
- 55) Dowdle WR. Influenza A virus recycling revisited. *Bulletin of the World Health Organization* 1999; 77(10): 820-828.
- 56) 加地正郎. わが国におけるインフルエンザワクチン対策: 福見理論と学童集団接種. *インフルエンザ* 2009; 10(3): 237-243.
- 57) 武内可尚. 学童集団接種中止の経緯. 診断と治療 2000; 88(12): 2255-2258.
- 58) 手塚洋輔. 戦後行政の構造とディレンマ. 東京: 藤原書店, 2010.
- 59) 廣田良夫. インフルエンザワクチンの評価と適応. *公衆衛生研究* 1999; 48(4): 308-313.
- 60) 西浦 博. ワクチン接種と集団免疫: 新型インフルエンザの予防接種戦略. *科学* 2009; 79(11): 1234-1240.
- 61) Fukuda K, Thompson WW, Cox N. Vaccinating Japanese schoolchildren against influenza. *New England Journal of Medicine* 2001; 344(25): 1946-1947.
- 62) 朝野和典. 抗ウイルス薬の世界市場: オセルタミビルを中心に. *総合臨床* 2006; 55(12): 2826-2828.
- 63) 厚生労働省. インフルエンザ患者における抗インフルエンザウイルス薬(タミフル及びリレンザ)の使用状況について. <http://www.mhlw.go.jp/stf/shingi/2r9852000000n6tv-att/2r9852000000n7ph.pdf> (2011年10月3日アクセス可能)
- 64) 三浦宜彦. インフルエンザワクチンの需要に関する研究(厚生労働省第11回インフルエンザワクチン需要検討会資料). 2007. <http://www.mhlw.go.jp/shingi/2007/06/s0628-20.html> (2011年10月3日アクセス可能)
- 65) 三浦宜彦. インフルエンザワクチンの需要に関する研究(厚生労働省第12回インフルエンザワクチン需要検討会資料). 2008. <http://www.mhlw.go.jp/shingi/2008/06/s0618-9.html> (2011年10月3日アクセス可能)
- 66) 三浦宜彦. インフルエンザワクチンの需要に関する研究(厚生労働省第13回インフルエンザワクチン需要検討会資料). 2010. <http://www.mhlw.go.jp/stf/shingi/2r9852000000dw7k.html> (2011年10月3日アクセス可能)

セス可能)

- 67) World Health Organization Writing Group. Non-pharmaceutical interventions for pandemic influenza, international measures. *Emerging Infectious Diseases* 2006; 12(1): 81-87.
- 68) World Health Organization Writing Group. Non-pharmaceutical interventions for pandemic influenza, national and community measures. *Emerging Infectious Diseases* 2006; 12(1): 88-94.
-

Estimation of the excess death associated with influenza pandemics and epidemics in Japan after World War II

Relation with pandemics and the vaccination system

Kenichi OHMI^{*,2*} and Eiji MARUI^{2*}

Key words : influenza, excess death, pandemics, schoolchildren vaccination, Fukumi thesis, social defenses

Objectives To estimate the excess death associated with influenza pandemics and epidemics in Japan after World War II, and to reexamine the relationship between the excess death and the vaccination system in Japan.

Methods Using the Japanese national vital statistics data for 1952–2009, we specified months with influenza epidemics, monthly mortality rates and the seasonal index for 1952–74 and for 1975–2009. Then we calculated excess deaths of each month from the observed number of deaths and the 95% range of expected deaths. Lastly we calculated age-adjusted excess death rates using the 1985 model population of Japan.

Results The total number of excess deaths for 1952–2009 was 687,279 (95% range, 384,149–970,468), 12,058 (95% range, 6,739–17,026) per year. The total number of excess deaths in 6 pandemic years of 1957–58, 58–59, 1968–69, 69–70, 77–78 and 78–79, was 95,904, while that in 51 ‘non-pandemic’ years was 591,376, 6.17 fold larger than pandemic years. The average number of excess deaths for pandemic years was 23,976, nearly equal to that for ‘non-pandemic’ years, 23,655.

At the beginning of pandemics, 1957–58, 1968–69, 1969–70, the proportion of those aged <65 years in excess deaths rose compared with ‘non-pandemic’ years.

In the 1970s and 1980s, when the vaccination program for schoolchildren was mandatory in Japan on the basis of the “Fukumi thesis”, age-adjusted average excess mortality rates were relatively low, with an average of 6.17 per hundred thousand. In the 1990s, when group vaccination was discontinued, age-adjusted excess mortality rose up to 9.42, only to drop again to 2.04 when influenza vaccination was made available to the elderly in the 2000s, suggesting that the vaccination of Japanese children prevented excess deaths from influenza pandemics and epidemics.

Moreover, in the age group under 65, average excess mortality rates were low in the 1970s and 1980s rather than in the 2000s, which shows that the “Social Defensive” schoolchildren vaccination program in the 1970s and 1980s was more effective than the “Individual Defensive” vaccination program in the 2000s.

Conclusion Excess deaths were observed continually, and not limited to pandemic years. We must not slight public health interventions for ‘non-pandemic’ influenza as well as pandemic influenza.

We should also re-examine the importance of “Social Defenses”, including preventative vaccination, for public health policy.

* Department of Health Promotion, National Institute of Public Health

^{2*} Department of Public Health, School of Medicine, Juntendo University