

AMCoR

Asahikawa Medical College Repository <http://amcor.asahikawa-med.ac.jp/>

厚生の指標 (2010.02) 57巻2号:24~30.

北海道内の産婦人科および小児科医師数の減少が死亡率に及ぼす影響

中木良彦, 西條泰明, 伊藤俊弘, 杉岡良彦, 遠藤整, 千石
一雄, 今井博久, 吉田貴彦

北海道内の産婦人科および 小児科医師数の減少が死亡率に及ぼす影響

ナカギ ヨシヒコ サイジョウ ヤスアキ イトウ トシヒロ スギオカ ヨシヒコ
 中木 良彦*1 西條 泰明*2 伊藤 俊弘*3 杉岡 良彦*1
 エンドウ ヒトシ センゴク カズオ イマイ ヒロヒサ ヨシダ タカヒコ
 遠藤 整*4 千石 一雄*5 今井 博久*6 吉田 貴彦*2

目的 近年、全国的な問題となっている周産期医療に携わる医師不足について、北海道内の二次医療圏別の産婦人科・小児科の医師数の推移を把握し、また、医師数の減少が周産期に関わる死亡率にどのような影響を及ぼしているかについて明らかにすることを目的に調査を行った。

方法 北海道内の21の二次医療圏ごとに産婦人科および小児科の医師数、死亡の指標として乳児死亡率、新生児死亡率、周産期死亡率を集計した。医師数と死亡率の関係については、1995～2000年、2001～2006年の各々6年間の平均値として医師数と死亡率との相関解析を行った。新臨床研修制度導入の前後比較については2001～2003年および2004～2006年の医師数増減比および死亡率比を用いて解析した。

結果 北海道内の医師数は、全診療科（総医師数）では1996年から2006年の間に12.6%増加している一方で、産婦人科は439人から359人と18.2%減少した。2006年における人口10万人当たりの産婦人科医師数および小児科医師数は、多くの医療圏で全国平均を大きく下回った。1995～2000年と2001～2006年の平均値比較で、乳児死亡率、新生児死亡率、周産期死亡率は、一部の医療圏で増加を認めた。医師数と死亡率との相関では、1995～2000年において小児科医師数と新生児死亡率との間で相関係数 $r = -0.435$ ($p = 0.049$) と有意な負の相関を認め、産婦人科医師数と周産期死亡率との間で $r = -0.379$ ($p = 0.090$) と負の相関傾向を認めた。2001～2006年において小児科医師数と乳児死亡率との間で $r = -0.395$ ($p = 0.077$) と負の相関傾向を認めた。新臨床研修制度導入前後の産婦人科医師数増減比と新生児死亡率比の解析において $r = -0.509$ ($p = 0.022$) と有意な負の相関を示した。近年の産婦人科、小児科の医師数と死亡率の負の相関傾向、および産婦人科医師数の増減と新生児死亡率比の有意な負の相関が見られたことから、近年急速に産婦人科および小児科の医師数が減少しているいわゆる医療過疎地域では、今後一層、乳児死亡率や新生児死亡率、周産期死亡率の悪化が予測された。

結論 医療過疎地域における将来的な周産期指標の悪化が懸念されることから、医療資源の確保とともに周産期医療に適した医療圏、医療体制の整備が必要である。

キーワード 産婦人科、小児科、乳児死亡率、新生児死亡率、周産期死亡率、二次医療圏

I 緒言

北海道は総面積約83,000km²で日本の総面積の約22%を占め、他の都府県に比較し広大な土地

を有している。しかしながら、札幌圏に人口が集中し、その他の地域は険しい山脈や山地で断され、過疎に悩む多くの市町村があるなど人口密度に大きな偏りが存在する。大都市への人

*1 旭川医科大学健康科学講座助教 *2 同教授 *3 同講師 *4 東海大学医学部公衆衛生学講座助教

*5 旭川医科大学産婦人科学講座教授 *6 国立保健医療科学院疫学部長

口集中により、過疎地域では少子高齢化の進行、地域産業の衰退、生活関連サービスの減退など、地域経済の格差は顕著なものになっている。医療の面においても広大な二次医療圏に対して保健医療従事者の地域偏在などにより地域間格差が顕著になり、過疎地域を中心に医療供給体制に支障が生じている¹⁾。

わが国では1970年代の医学部新設による医師数の増加により、2000年頃までは国内の中心部から周辺部に至るまで各市町村で医師数が増加していた。小林ら²⁾は、人口分布に対して医師がどの程度均等に分布しているかについてジニ係数を算出し、1980年の0.331から2000年の0.334と過去20年でほとんど変化していないと報告した。このことは全体の医師数の増加に伴い周辺部の医師が増えたことを意味し、都市部と周辺部の医師の比率は変わっていないことを示している。しかし近年では、2004年4月の新臨床研修制度の導入後、大学などの中核病院の医師不足による派遣医の撤退、医師の地域偏在などの影響から、過疎地域における医師不足の問題が懸念されている³⁾。医師の地域偏在に加えて問題となっているのが診療科別医師数の偏りである。近年、総医師数が増加してきた中で、産婦人科、小児科の医師数は減少傾向が続いている⁴⁾。同時に小児科・産婦人科・産科を標榜する病院も減少している⁵⁾。北海道内においては分娩を実施している病院数の減少により、地元での妊産婦健診や出産が困難な住民が増加している。

北海道は出生数、出生率の減少が顕著であり、2006年の出生率は全国で3番目に低い7.6（人口千対）であった。居住環境や経済的な問題もあるが、原因の1つとして、産婦人科、小児科の医師数が不足し、安心して出産、育児ができないことが考えられる。一方で、産婦人科、小児科の医師数が少ない影響として、周産期に関連する各種死亡率が高い可能性がある。同様の研究として、人口規模と新生児死亡率、周産期死亡率との間に関連があること⁶⁾が既に報告されている。しかしながら、産婦人科、小児科の医師数と周産期関連死亡率との相関を調査した報告はほとんどない。近年、産婦人科、小児科

の医師数の減少が顕著な過疎地域においては、人口動態統計への影響が特に早期に反映される可能性がある。

このように周産期医療が縮小していく中で、北海道内の二次医療圏別の産婦人科、小児科の医師数の推移の実態を把握すること、また、医師数の増減が各種死亡率にどのような影響を及ぼしているかについて明らかにし、今後の医師数減少による影響の予測や周産期医療体制を再構築する際の基礎的資料を作成することを目的に調査を実施した。

Ⅱ 方 法

北海道内の総医師数、診療科別医師数は、医師歯科医師薬剤師調査⁴⁾、北海道内の各種人口動態統計は、北海道保健統計年報（旧北海道衛生統計年報）⁷⁾を用いた。各統計値は、北海道の21の二次医療圏ごとに集計した。以後、特に断りがない限り、医療圏とは二次医療圏のことを指す。死亡の指標は人口動態統計より周産期に関連する乳児死亡率、新生児死亡率、周産期死亡率を用いた。また、本調査で使用する「小児科」「産婦人科」とは医師歯科医師薬剤師調査において主たる診療科をそれぞれ「小児科」「産婦人科」または「産科」と回答した医師とした。本調査は、1995年の新たな国際疾病統計分類の導入により周産期死亡率の定義が変更され、変更前後の比較が困難なため、主として1995年以降のデータを用いて解析した。

医師数と死亡率の関係については、1995～2000年、2001～2006年の各々6年間の平均値として産婦人科および小児科の医師数と乳児死亡率、新生児死亡率および周産期死亡率の相関をSpearmanの順位相関検定を用いて解析を行った。医師数の異なる地域の比較については、2006年における産婦人科医師数の中央値で、少ない地域（日高、留萌、宗谷、南空知、南桧山、根室、富良野、西胆振、後志、中空知）と多い地域（その他の医療圏）の2つのグループに分け、1981年から2006年までの5年ごとのグループ間の死亡率の差についてMann-Whitney検定

を用いて解析を行った。小児科医についても少

表1 二次医療圏別産婦人科医師数(人口10万対)

医療圏	2006年の人口(人)	産婦人科医師数		小児科医師数	
		1996年	2006年	1996年	2006年
札幌	2 309 800	9.12	7.23	12.57	12.12
後志	245 700	6.63	3.66	11.42	9.36
上川中部	408 800	13.16	11.50	17.70	18.35
南空知	192 400	5.20	3.12	6.15	7.28
中空知	126 700	6.96	4.74	9.05	8.68
北空知	40 300	4.34	4.96	10.85	12.41
富良野	47 200	5.99	2.12	5.99	8.47
上川北部	74 600	4.72	5.36	7.08	9.38
南檜山	29 200	3.01	3.42	6.02	6.85
南渡島	416 700	7.65	6.96	10.12	10.56
北渡島	43 600	3.99	6.88	13.97	11.47
西胆振	206 000	6.70	4.37	8.93	9.22
東胆振	217 500	5.02	6.44	8.21	10.57
日高	79 600	4.50	1.26	3.37	3.77
十勝	351 900	5.31	5.40	8.11	7.96
釧路	258 400	7.70	6.19	7.35	8.13
根室	82 900	3.38	3.62	3.38	6.03
北網	239 900	6.29	5.84	5.90	8.34
遠紋	79 900	5.54	6.26	9.97	8.76
宗谷	73 900	2.35	2.71	7.05	6.77
留萌	60 000	5.76	1.67	5.76	5.00
北海道平均		8.33	7.50	10.55	10.81
全国平均		9.96	9.34	11.49	12.18

ない地域(日高, 留萌, 根室, 宗谷, 南檜山, 南空知, 十勝, 釧路, 北網, 富良野)と多い地域(その他の医療圏)の2つのグループに分けて同様の解析を行った。

新臨床研修制度導入の前後比較については, 2001~2003年と2004~2006年の平均値を用い, 乳児死亡率, 新生児死亡率, 周産期死亡率の増減比と産婦人科医師数, 小児科医師数との増減比の関係をSpearmanの順位相関検定を用いて解析を行った。

すべての検定は, 統計解析ソフト(SPSS 12.0J)を用いて解析を行った。検定において $p < 0.05$ を有意な差があると判断した。

Ⅲ 結 果

(1) 産婦人科医師数と小児科医師数の年次比較

北海道内の医師数は全診療科(総医師数)では, 1996年の10,279人から2006年の11,579人と12.6%増加している一方で, 同時期に産婦人科は439人から359人と18.2%減少し, 小児科は600人から604人と横ばいであった。2006年における人口10万人当たりの産婦人科医師数は, 全国9.34人, 北海道7.50人, 小児科医師数は, 全国12.18人, 北海道10.81人とともに全国平均を下回っていた。二次医療圏別の2006年における人口10万人当たりの産婦人科医師数は, 旭川市を含む上川中部が11.50と最も多く, 日高(1.26), 留萌(1.67)が少ない地域であった。小児科医師数も同様に上川中部が人口10万人当たり18.35と最も多く, 日高(3.77), 留萌(5.00)が少ない地域であった(表1)。

(2) 死亡率の年次比較

1995~2000年と2001~2006年の比較で, 乳児死亡率が全体的に低下傾向である中, 南檜山, 北空知, 遠紋, 根室は1ポイント以上死亡率の増加を認め, 2001~2006年の日高, 根室は出生千対5以上の高い死亡率であった(図1)。新生児死亡率

図1 二次医療圏別乳児死亡率

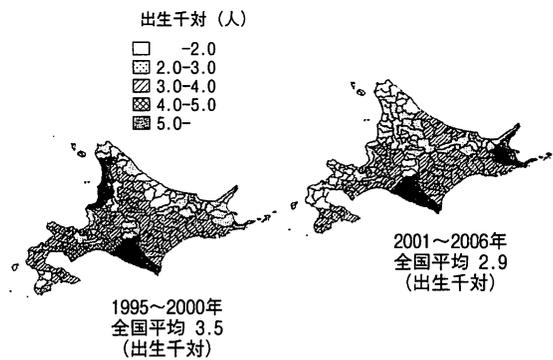
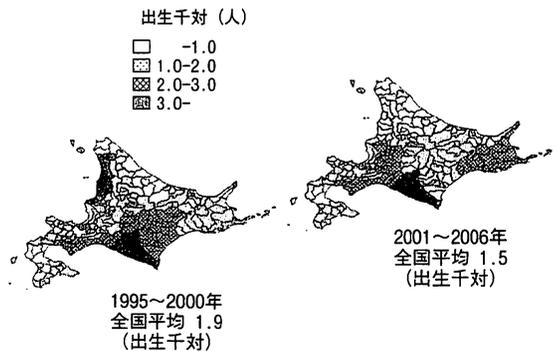


図2 二次医療圏別新生児死亡率



も乳児死亡率と同様に全体的に低下傾向であったが、根室は1ポイント以上死亡率の増加を認め、2001～2006年の出生千対2.91と日高の出生千対3.16と共に他の医療圏に比較して高い死亡率であった(図2)。周産期死亡率も、同様に全体的に低下傾向ではあったが、根室で1ポイント以上死亡率の増加を認め、2001～2006年の

日高、南空知、根室では出産千対7以上の高い死亡率であった(図3)。それぞれの死亡率は、2つの期間で全国平均、北海道平均とも低下していたが北海道の一部の医療圏で増加を認めた。

図3 二次医療圏別周産期死亡率

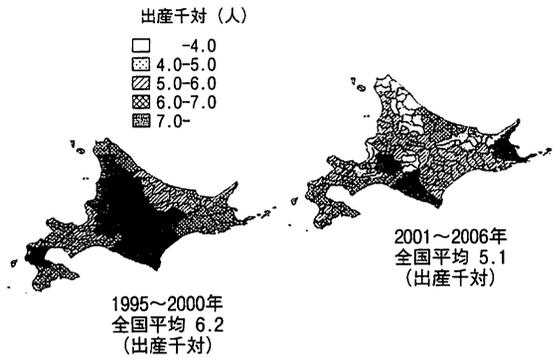


表2 産婦人科および小児科医師数と死亡率の相関

	1995～2000年				2001～2006年			
	産婦人科医師数		小児科医師数		産婦人科医師数		小児科医師数	
	r	p値	r	p値	r	p値	r	p値
乳児死亡率	0.008	0.973	-0.088	0.705	-0.047	0.841	-0.395	0.077
新生児死亡率	0.047	0.838	-0.435	0.049	-0.139	0.548	-0.332	0.142
周産期死亡率	-0.379	0.090	0.017	0.942	-0.110	0.634	-0.078	0.737

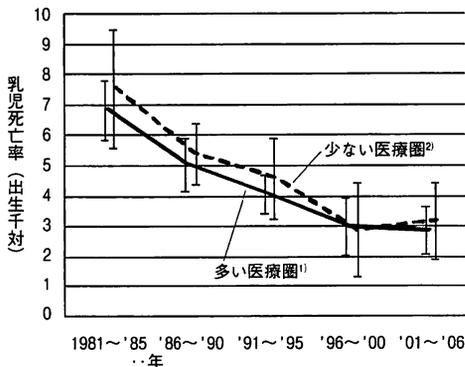
注 r : 相関係数, p値 : 有意確率, Spearman順位相関検定

(3) 医師数による死亡率への影響

医師数と死亡率との関連では、1995～2000年において小児科医師数と新生児死亡率との間で相関係数 $r = -0.435$ ($p = 0.049$) と有意な負の相関を認め、産婦人科医師数と周産期死亡率との間で $r = -0.379$ ($p = 0.090$) と負の相関傾向を認めた(表2)。一方2001～2006年において小児科医師数と乳児死亡率との間で $r = -0.395$ ($p = 0.077$) と負の相関傾向を認め、産婦人科医師数と死亡率の間では明らかな相関はなかった。医師数の

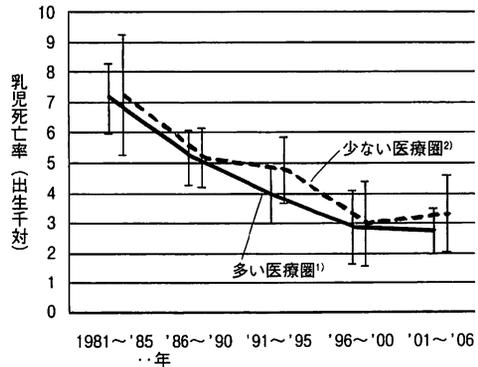
多少による比較では、いずれの期間においても乳児死亡率に産婦人科医師数の多少で差を認めなかったものの2001～2006年で産婦人科医師数の少ない地域で乳児死亡率が増加に転じた(図4)。産婦人科医師数別新生児死亡率および周産期死亡率に有意差を認めなかったも

図4 産婦人科医師数別乳児死亡率



注 1) 産婦人科医師数の多い医療圏 : 上川中部, 札幌, 南渡島, 東胆振, 北渡島, 上川北部, 遠紋, 北網, 釧路, 十勝, 北空知
2) 産婦人科医師数の少ない医療圏 : 日高, 留萌, 宗谷, 南空知, 南松山, 根室, 富良野, 西胆振, 後志, 中空知

図5 小児科医師数別乳児死亡率



注 1) 小児科医師数の多い医療圏 : 上川中部, 北空知, 札幌, 後志, 北渡島, 東胆振, 南渡島, 上川北部, 西胆振, 遠紋, 中空知
2) 小児科医師数の少ない医療圏 : 日高, 留萌, 根室, 宗谷, 南松山, 南空知, 十勝, 釧路, 北網, 富良野

のいずれの期間も産婦人科医師数の少ない地域の死亡率が高かった。小児科医師数別乳児死亡率も産婦人科医師数の場合と同様に、いずれの期間においても死亡率に小児科医師数の多少で差を認めなかったものの2001～2006年で小児科医師数の少ない地域で死亡率が増加に転じた(図5)。小児科医師数別新生児死亡率および周産期死亡率は小児科医師数の多少で死亡率に差を認めなかった。

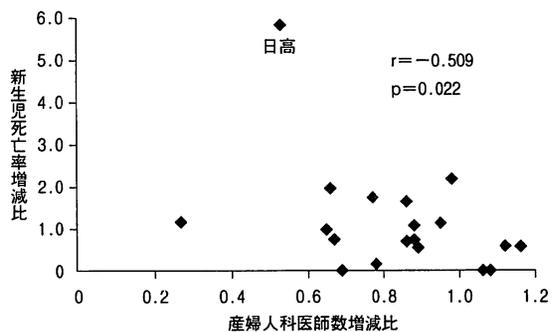
(4) 新臨床研修制度導入前後の比較

新臨床研修制度導入前後の3年間における産婦人科医師数増減比と死亡率比の解析では、新生児死亡率との相関係数 $r = -0.509$ ($p = 0.022$) と有意な負の相関を認めた(図6)。新臨床研修制度導入前後で新生児死亡率が5.4倍と他の医療圏に比較して大きく増加した日高を除外した場合、相関係数 $r = -0.436$ ($p = 0.062$) と負の相関傾向を認めた。乳児死亡率、周産期死亡率および小児科医師数を対象とした同様の解析では各死亡率とも明らかな相関を認めなかった。

IV 考 察

本研究により、1996年から2006年の10年間で北海道内の産婦人科医師数が439人から359人と大きく減少したこと、上川中部を除く医療圏では産婦人科医師数が全国平均を大きく下回っていることが明らかとなった。さらに、新臨床研修制度導入後、人口10万人に対する産婦人科医師が導入前の半数以下に減少した日高、留萌では、全国平均の5分の1に満たない状況であったこと、人口10万人に対する産婦人科医師数が11.50の上川中部と1.26の日高の間に約9倍の差が生じていたことを確認した。また、産婦人科、小児科の医師数と周産期に関する複数の死亡率の間で負の相関傾向があり、さらに新臨床研修制度導入後においては産婦人科医の増減比と新生児死亡率に有意な負の相関を認め、特に新生児死亡率比が高かった日高を除外した場合においても負の相関傾向を認めたことから、

図6 産婦人科医師数の増減比と新生児死亡率との相関



- 注 1) 新生児死亡率増減比：2001～2003年の新生児死亡率の平均値と2004～2006年の新生児死亡率の平均値の比
 2) 産婦人科医師数増減比：2001～2003年の産婦人科医師数の平均値と2004～2006年の産婦人科医師数の平均値の比
 3) Spearmanの順位相関係数

急激な産婦人科医師数の減少は新生児死亡率を悪化させることが示唆された。

今回、1995年以降において北海道全体の各死亡率は全国平均よりやや低い数値であった。しかしながら、二次医療圏単位では北海道内の医療圏間で乳児死亡率は1995～2000年および2001～2006年において3.7倍、周産期死亡率は1995～2000年においては2.0倍、2001～2006年においては3.4倍の差があった。また、医療圏間の新生児死亡率の範囲は、1995～2000年が0～3.89(出生千対)、2001～2006年が0.29～3.16(同)と大きな差があった。それぞれの死亡率が最も高い二次医療圏はすべて日高であった。

日高は、産婦人科、小児科の医師数が最も少なく、かつ周産期に関する死亡率が最も高いことからこれらの間には負の相関があると予測された。しかしながら、今回の調査対象期間における比較では、産婦人科、小児科の医師数と乳児死亡率、新生児死亡率、周産期死亡率の間で有意な負の相関、および負の相関傾向を一部に認めたものの、多くの組合せで相関を認めなかった。1970年と1990年を比較した著者らの報告では、早期新生児死亡率および新生児死亡率が高い医療圏は産婦人科医師数が少なく、新生児死亡率および乳児死亡率が高い医療圏は産婦人科および小児科医師数が少ないとの結果が得られ、医療圏ごとに産婦人科医師数・小児科医

師数と周産期医療の指標との間に有意な関連性を認めた⁸⁾。今回の調査との結果の違いは、1970年から80年代にかけて新設医学部設置による医師数の増加、およびNICUを中心とした高度医療技術が普及したことにより急速に周産期医療の環境が整い死亡率の大きな改善があった⁹⁾背景があり、比較した2つの要素である医師数、死亡率ともに変化が大きかったために差が検出されやすかったことが考えられた。反対に今回の調査は主として最近の10年間を対象としたため、医師数の変化、および死亡率の変化の幅が前回に比較して小さくなり、有意差や有意な関連を見出すことができなかつたものと考えられた。しかしながら、全国および北海道の平均死亡率が低下する中で、医師数の少ない医療圏では死亡率が近年、増加に転じたことは無視できない事実である。また、医師が少ないことによる影響は、死亡率が増えるばかりではない。泉ら¹⁰⁾が小児科医師数と少子化率には負の相関があることを報告していることから、北海道の小児科医師数の減少が過疎地域の人口の減少と高齢化を加速させている可能性がある。

近年の医療制度改革の大きな変化の1つとして新臨床研修制度がある。制度の導入を契機として、産婦人科新規専攻医師の不在に伴う負担業務の拡大により、産婦人科医不足問題が各地で噴出した¹¹⁾。大学病院など地域の基幹病院では医師不足から派遣先に医師を供給困難となり、その結果として地方の病院では産婦人科医、小児科医の不足から分娩休止が相次ぎ、北海道では住民が分娩可能な病院に行くためにかかる移動時間が増加した。NICU施設や病床の不足に加え、地元地域での産婦人科、および小児科医の不足、移動（搬送）時間の延長など周産期医療の環境は悪化している。今回の調査では、新臨床研修制度導入前後の増減比の比較から、産婦人科、小児科医師数の増減と周産期にかかわる死亡率に負の相関があることが明らかとなり、近年急速に医師数が減少しているいわゆる医療過疎地域では、今後一層、乳児死亡率や新生児死亡率、周産期死亡率の悪化が予測される結果が得られた。以上のことから、この10年間の医

師数の減少からは死亡率に大きな変化を見出すことができなかつたものの、この3年間の急激な医師数の減少は、特に産婦人科医と新生児死亡率との間に負の相関として検出される大きな変化であったことが示唆された。

本研究の限界としては、調査対象地域の平均的な収入などの調整をしていないことがある。死産率は貧困・低収入を示す生活保護世帯率などと正の相関を示すことが観察されている¹²⁾ため、周産期死亡率に影響する可能性がある。また、北海道の二次医療圏が広大なことから、救急搬送時間が死亡率に影響する地理的な問題も含まれる¹³⁾。さらに近年の医師の偏在により、産婦人科医が常勤し、NICUが整備された地域周産期母子医療センターであっても、専門の新生児科医が不足していること¹⁴⁾などが死亡率の悪化や低下の伸び悩みに結び付き、解析結果に影響した可能性がある。

医師数の減少が死亡統計に影響していることから早急な対策が必要ではあるが、医師数を短期間に増加させることは不可能である。可能な対策の1つに医師の配置の見直しがある。しかしながら全国の二次医療圏の広域上位10地区のうち9地区を抱える北海道では、医師を単純に集約化することは利用者のアクセス悪化につながる。冬季の降雪などによる交通の支障を考慮するとある程度の分散化が望ましいのも事実である¹⁴⁾。一方で都道府県が整備する二次医療圏は成人患者を中心に想定し、小児を対象とした乳幼児の標準的治療が可能な施設および医療従事者を整備する二次医療圏となっていない¹⁵⁾。石塚ら¹⁶⁾は、平成12年と17年の医療資源と患者の受療動向の分析において、医療資源が不十分であり、移動に負担を感じさせている二次医療圏は主に道東地域（釧路、根室、十勝、北網、遠紋）と報告している。日高も同様な地域に分類されていたが、成人を含めたすべての診療科を対象としたため、今回の調査で産婦人科医師数が大幅に減少し、周産期に関連する死亡率の悪化が懸念される留萌は含まれていなかった。以上から、周産期医療体制の再構築のために、医師の確保のみならず、従来の二次医療圏とは

別の周産期医療に着目した新たな医療圏の設定と医療体制の整備が必要であろう。

V 結 語

今回の調査により、北海道内の産婦人科医師数が近年顕著に減少していること、産婦人科および小児科医師数が全国平均より少ない医療圏が多く存在することが明らかとなった。医療過疎地域における医師数減少による将来的な周産期に関連する死亡率の増加が懸念されることから、現在の二次医療圏の枠組みにとらわれず適切な周産期医療体制の再構築と医療資源の確保に努めることが必要であろう。

文 献

- 1) 北海道保健福祉部. 北海道医療計画第2章「地域の現状」. 2008.
- 2) 小林廉毅. 医師数と医師の分布. 医療経済研究 2006; 18: 142-6.
- 3) 大河内二郎, 堀口裕正, 鍋島史一, 他. 医師臨床研修制度義務化に伴う地域医療への影響の検討 - 福岡メディカルセンターによる病院調査の結果から - . 厚生」の指標 2004; 51: 27-35.
- 4) 厚生労働省大臣官房統計情報部. 医師歯科医師薬剤師調査.
- 5) 厚生労働省大臣官房統計情報部. 医療施設調査.
- 6) 三根有紀子, 馬場園明. 日本の周産期死亡率の地域間格差に関する研究 人口動態統計を用いた調査. 日本衛生学雑誌 2004; 59: 342-8.
- 7) 北海道保健福祉部. 北海道保健統計年報.
- 8) 中木良彦, 伊藤俊弘, 松井利仁, 他. 旭川医科大学の地域医療における貢献度評価. 旭川医科大学フォーラム 2004; 4: 15-24.
- 9) 加藤則子. 最近のわが国における周産期死亡の改善に関する統計的考察. 日本公衆衛生雑誌 1988; 35: 171-7.
- 10) 泉達郎, 古城昌展, 秋吉健介, 他. 小児科医のいない街: 少子, 高齢, 過疎化と小児医療. 小児保健研究 2005; 64: 441-6.
- 11) 亀井良政. 産科・周産期領域における救急医療の現状と展望. 医学のあゆみ 2008; 226: 723-9.
- 12) Araki S, Murata K. Social Life Factors Affecting Stillbirth, and Infant and Adult-Disease Mortality. The Tohoku Journal of Experimental Medicine. 1986; 149: 213-9.
- 13) Mori R, Fujimura M, Shiraishi J, et al. Duration of inter-facility neonatal transport and neonatal mortality: systematic review and cohort study. Pediatrics International. 2007; 49: 452-8.
- 14) 江原朗. へき地, 過疎地, 地方都市における小児救急 北海道を例として. 治療. 2008; 90: 1270-74.
- 15) 松尾宣武, 竹村和子, 鴨下重彦. 都道府県別, 二次医療圏別にみた小児科標榜医のworkforce. 日本医師会雑誌. 2004; 131: 1453-74.
- 16) 石塚和也, 寺下貴美, 大場久照, 他. 重力モデルによる患者受療動向の分析 - 北海道二次医療圏を対象とした5年間の推移 -. 日本医療・病院管理学会誌. 2008; 45: 289-98.