

阪神・淡路大震災における被災者の救命可能性と医療に関する研究

平成9年2月

小栗光貴

<目次>

第1章	はじめに	1
1-1.	研究の背景	
1-2.	研究の目的	
1-3.	論文の構成	
第2章	阪神・淡路大震災における死者の実態	3
2-1.	救命可能性と即死率	
2-1-1.	即死とは	
2-1-2.	即死率	
2-2.	死因の分析	
2-2-1.	死因の医学的見解及び分析	
2-2-2.	全身打撲の分析	
2-3.	まとめ	
第3章	クラッシュ症候群の分析	12
3-1.	クラッシュ症候群の概要	
3-1-1.	クラッシュ症候群とは	
3-1-2.	診断と治療方法	
3-2.	阪神・淡路大震災における既往の報告	
3-3.	クラッシュ症候群の死者の実態	
3-3-1.	死者数	
3-3-2.	死亡時刻	
3-3-3.	傷害発生場所と死亡時刻	
3-4.	クラッシュ症候群の負傷者	
3-4-1.	負傷者とは	
3-4-2.	負傷者数の報告	
3-4-3.	負傷者数の推定	

第4章	クラッシュ症候群を例とした災害時医療の方法論	23
4-1.	阪神・淡路大震災における透析の実態	
4-2.	災害時医療の方法論	
4-3.	クラッシュ症候群の転送対象となる領域の算定	
4-3-1.	算定方法	
4-3-2.	算定条件及び結果	
4-3-3.	算定結果の考察	
第5章	おわりに	37
参考文献		38
謝辞		39

第1章 はじめに

1-1. 研究の背景

1995年1月17日5時46分、マグニチュード7.2の都市直下型地震が阪神・淡路地区を襲った。この震災による人的被害は、被災全域で死者6,000人余り、負傷者は3万人から4万人といわれている。ここで、神戸市の死者3,660体分（すべて傷害発生場所が神戸市内である）の検案結果¹⁾をもとにした死亡推定時刻の分布（表1）を見ると、6:00までの死亡を即死であったと判断すれば、全体の77.1%が即死となり、死亡時刻の不明な220例を削除した3,440人では82.1%が即死であったということになる。このことは逆に、約2割つまり神戸市内において約700人の命は救える可能性があったと判断される。救命可能性がありながら死亡となった原因は、救助、救急、そして医療という被災直後の緊急対応の遅れ、もしくは不能にあると考えられる。本研究では今後の震災対策として、少しでも死者を減らすために、これらの対応を円滑かつ的確に行うための方法論を模索する。

表1 死亡時刻¹⁾

日にち	時刻	全体	←比率(%)	不明を 削除後	←比率(%)
17日	～6:00	2823	77.1	2823	82.1
	6:01～12:00	232	6.3	232	6.7
	12:01～	236	6.4	236	6.9
	不明	217	5.9	0	0.0
18日		103	2.8	103	3.0
19日～		46	1.3	46	1.3
不明		3	0.1	0	0.0
計		3660	100.0	3440	100.0

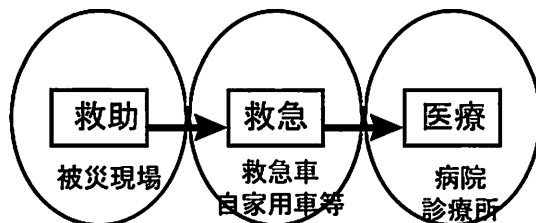


図1 被災直後の緊急対応の流れとその場

1-2. 研究の目的

本研究は、被災直後の対応のうち特に人間の生死に最も深く関わっていると考えられる、医療のあり方に着目し、重症かつ救命可能性の高い負傷者に適切な医療を提供することによって災害時の死者を減らす方法論を検証する。

阪神・淡路大震災のような災害時には、特定かつ同じ症状の患者が医療機関に殺到し、患者の需要が医療側の供給能力を上回るのは必至である。従って有効な対応は、重症かつ救命可能性の高い患者は速やかに適切な治療の実施できる広域に分散的に転送（移送）することだと考えられる。本研究では、その広域へ分散的に転送（移送）するという方法論を医療の側面から検証する。

1-3. 論文の構成

本研究の論文の構成を以下に説明する。まず第 2 章において、阪神・淡路大震災における死者の実態を明らかにする。その結果から第 3 章において、特にクラッシュ症候群（第 3 章、3-1-1 参照）に着目して、その死者及び負傷者の分析を行い、クラッシュ症候群の負傷者数の推定を行う。第 4 章においては、クラッシュ症候群患者の転送対象領域を算定し、災害時医療の方法論の一つとして提案する。第 5 章において本研究の総括をする。

第2章 阪神・淡路大震災における被災者の実態

2-1. 救命可能性と即死率

2-1-1. 即死とは

神戸市死体検案結果¹⁾から死亡場所が病院・診療所であるものの死亡時刻を表2に示す。死亡場所が病院・診療所となっているもの（傷害発生場所が病院・診療所であったものは含まれていない。）の全体に対する比率を見れば、死亡推定時刻の欄の記載が5:59まで及び6:00ジャストのものが両者とも0.5%であるのに対して、6:01から7:00までのものが19.6%となっている。7:01以降はさらに比率が高くなることは自明のことである。

この結果から、被災地現場において救助を行ったもの（消防隊、自衛隊など）が医療によって救える可能性があると判断した負傷者を病院・診療所へ運んでいると考えれば、表2における「全体に対する比率」の欄は、「即死でない比率」と置き換えられる。つまり、死亡時刻の記載が6:01以降に「即死でない比率」が急激に上がるということになる。

従って本研究においては、死亡時刻の記載が6:00ジャストとなっているものまでを「即死」とみなし、分析を進めていく。

表2 死亡場所が病院・診療所であるものの死亡時刻¹⁾

死亡時刻の記載	全体	死亡場所が病院・診療所	←全体に対する比率(%)
～5:59	2602	11	0.4
6:00ジャスト	220	1	0.5
6:01～7:00	50	9	18.0

注「死亡場所が病院・診療所」には傷害発生場所が病院・診療所のものは含まれておらず、個々の住居等で被災し病院・診療所に運ばれてきた人数を示している。

因みに傷害発生場所が病院・診療所のものは3,660例中6例である。

2-1-2. 即死率

神戸市死体検案結果による死亡時刻¹⁾を表1(再掲)に示す。第1章、1-1, 研究の背景で述べたように、阪神・淡路大震災においては全体の82.1%が即死であったということになり、結局、神戸市内において約2割つまり約700人の命を救える可能性があったということになる。

ここで具体的に、どのような死因のものが即死となり、どのようなものが救命可能性が高かったのかを考察する。

神戸市死体検案結果による死因別死亡時刻の分布を表3及び図2に示す。また、即死であった比率を「即死率」として死因別に表したものを表4に示す。これをみると、死因が窒息、頭部損傷、頸部損傷、肋骨・骨盤等骨折のものは約90%以上の即死率であり、圧死、焼死、外傷性ショックが約70%となっている。そして全身打撲、急性腎不全、衰弱・凍死、急性心不全・心筋梗塞が0～約20%の即死率となり、つまりこれらの死因のものは救命可能性が高かったということになる。

表1 死亡時刻¹⁾(再掲)

日にち	時刻	全体	←比率(%)	不明を 削除後	←比率(%)
17日	～6:00	2823	77.1	2823	82.1
	6:01～12:00	232	6.3	232	6.7
	12:01～	236	6.4	236	6.9
	不明	217	5.9	0	0.0
18日		103	2.8	103	3.0
19日～		46	1.3	46	1.3
不明		3	0.1	0	0.0
計		3660	100.0	3440	100.0

表 3 死因別死亡時刻¹⁾

死因	17日				18日	19日～	不明	計
	～6:00	6:01～12:00	12:01～	不明				
窒息	1908	30	8	10	7	5	1	1969
圧死	275	63	16	47	47	5	0	453
焼死	225	83	12	105	16	1	2	444
全身打撲	48	35	189	11	6	4	0	293
頭部損傷	104	2	0	11	4	5	0	126
外傷性ショック	56	8	4	1	12	2	0	83
頸部損傷	56	1	0	6	1	0	0	64
臓器損傷	50	2	0	0	4	0	0	56
急性腎不全	0	0	0	0	2	10	0	12
肋骨、骨盤等骨折	9	0	0	0	1	0	0	10
衰弱・凍死	1	0	0	1	0	5	0	7
急性心不全、心筋梗塞	0	0	1	0	1	4	0	6
その他	5	5	5	0	1	5	0	21
不祥・不明	86	3	1	25	1	0	0	116
計	2823	232	236	217	103	46	3	3660

表 4 死因別即死率¹⁾

死因	全体	比率(%)	削除後	17日～6:00	比率(%)	即死率
窒息	1969	53.8	1958	1908	67.6	97.4
圧死	453	12.4	406	275	9.7	67.7
焼死	444	12.1	337	225	8.0	66.8
全身打撲	293	8.0	282	48	1.7	17.0
頭部損傷	126	3.4	115	104	3.7	90.4
外傷性ショック	83	2.3	82	56	2.0	68.3
頸部損傷	64	1.7	58	56	2.0	96.6
臓器損傷	56	1.5	56	50	1.8	89.3
急性腎不全	12	0.3	12	0	0.0	0.0
肋骨、骨盤等骨折	10	0.3	10	9	0.3	90.0
衰弱・凍死	7	0.2	6	1	0.0	16.7
急性心不全、心筋梗塞	6	0.2	6	0	0.0	0.0
その他	21	0.6	21	5	0.2	23.8
不祥・不明	116	3.2	91	86	3.0	94.5
計	3660	100.0	3440	2823	100.0	82.1

注1.「削除後」は死亡年月日不明の3例と17日における死亡時刻不明の217例を削除してある。

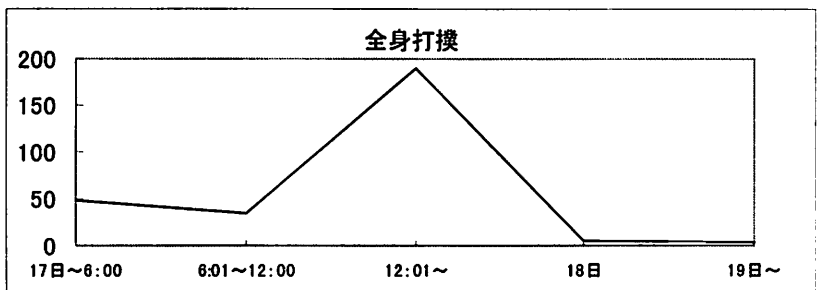
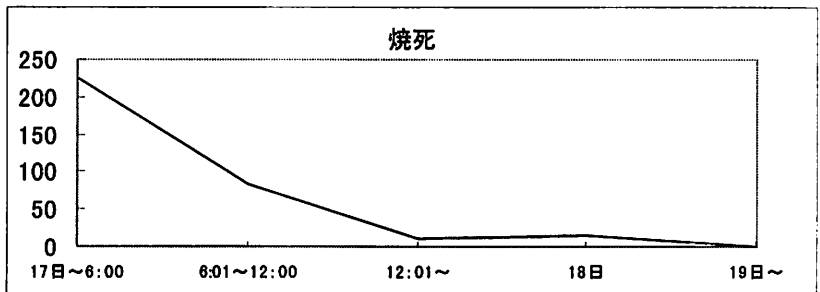
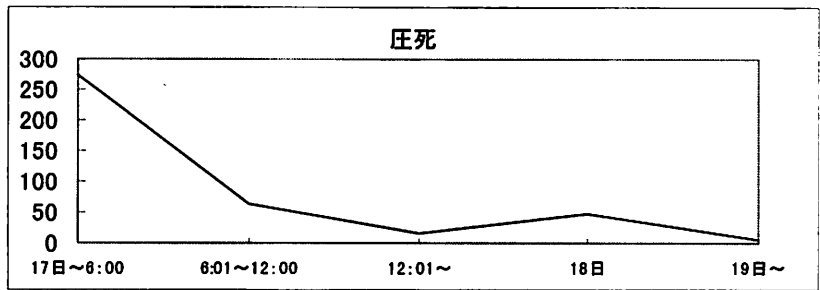
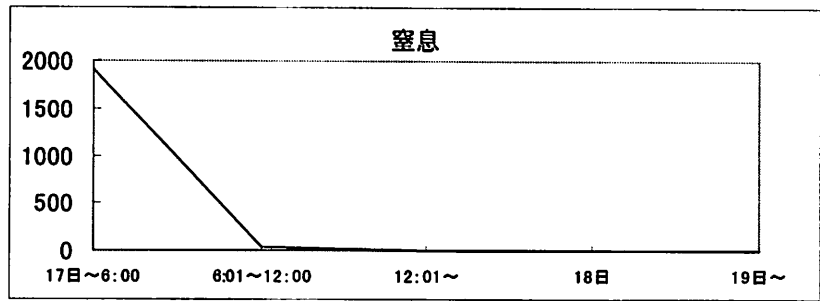


図 2 死因別死亡時刻の推移¹⁾(I)

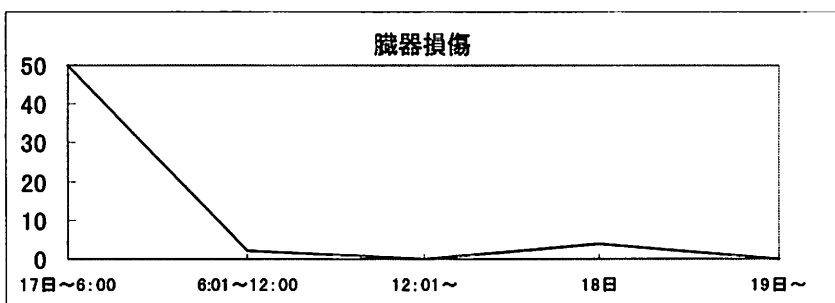
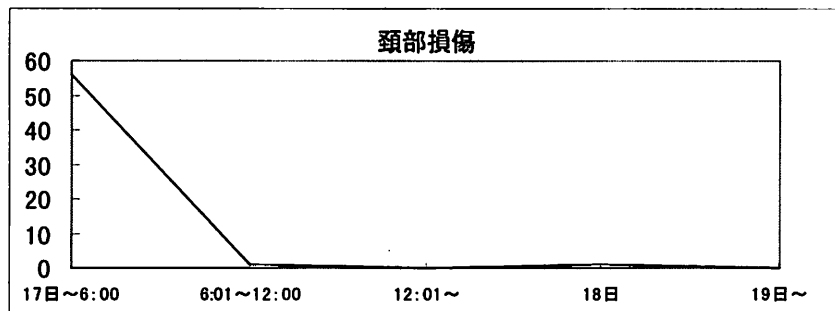
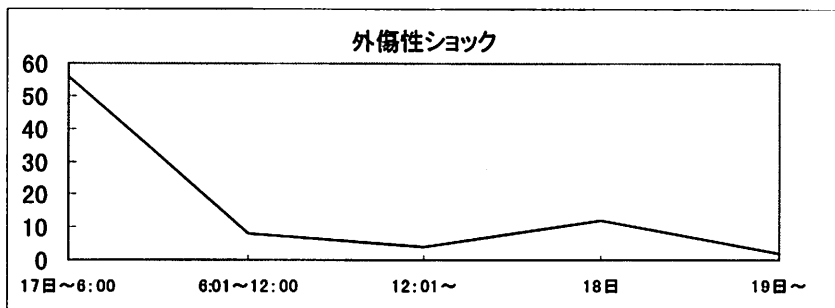
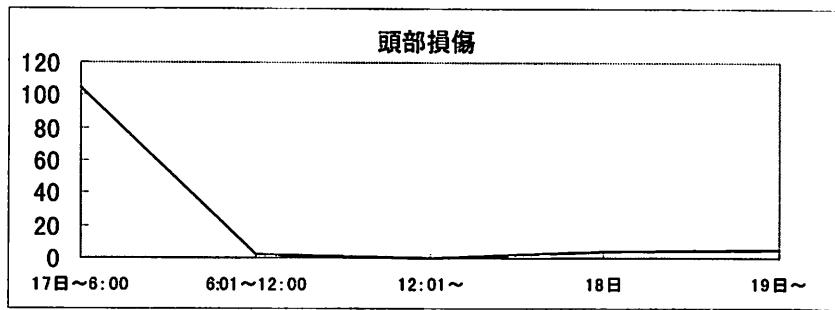


図2 死因別死亡時刻の推移¹⁾(Ⅱ)

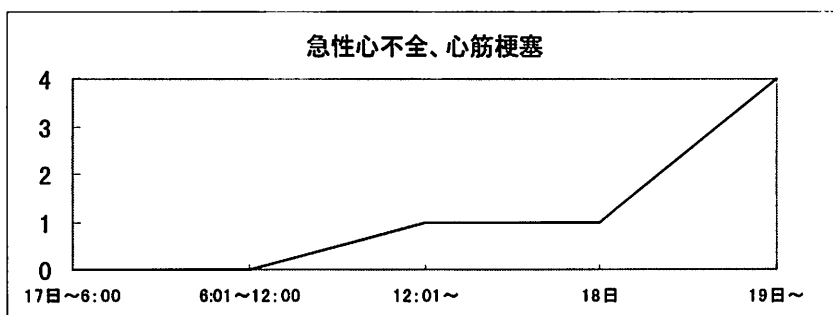
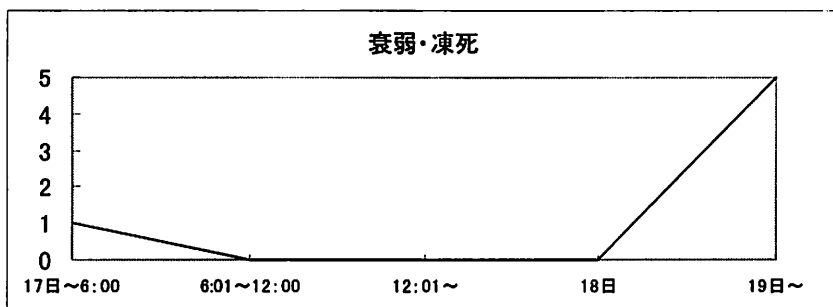
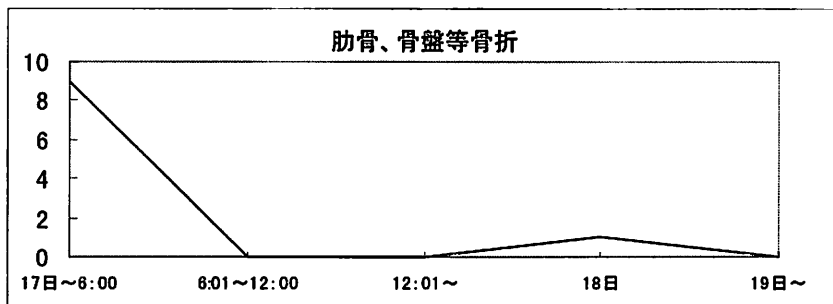
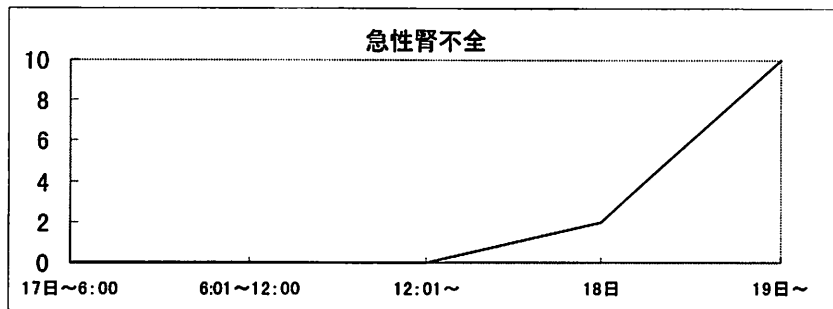


図 2 死因別死亡時刻の推移¹⁾(Ⅲ)

2-2. 死因の分析

2-2-1. 死因相互の関連性

表 4、死因別即死率をもとに即死率による死因の大まかな分類を表 5 に示す。

表5 死因の即死率による分類

即死率	死因
0～約20%	全身打撲、急性腎不全、衰弱・凍死、急性心不全、心筋梗塞
約70%	圧死、焼死、外傷性ショック
約90%～	窒息、頭部外傷、頸部外傷、臓器損傷、肋骨・骨盤等骨折

これより死因相互の関連性を述べていくが、その前に阪神・淡路大震災での死体検案における死因決定の実態について述べる。本災害における死体検案活動は兵庫県監察医と、兵庫県警の依頼を受けた一般臨床医によって行われた。死体検案における死因は、検案した医師がそのとき見られた一番印象的な所見を記載しており、また本災害は特に死体検案が専門ではない一般の臨床医も多数行っているため、検案した医師それぞれによって見解が異なるのは当然である。また、災害などの死亡者が同時多発するような状況では、より細かい死因の分析を行うのは非常に困難なことであろう。さらに上述してきたような死因は相互に関連しており、医学的に明確であるとは言えない。

ここで、死因相互の関連性*について述べる。

まず窒息、圧死、臓器損傷、肋骨・骨盤骨折、外傷性ショックなどは相互に関連性が高い。肺損傷（臓器損傷）による圧死には必ず窒息が伴う。また肋骨骨折（臓器損傷）による肺の挫滅が起こると窒息を伴い、肺出血が起これば外傷性ショックとなる。骨盤骨折は大量の出血を起こすので、外傷性ショックとなる。次に焼死は、圧死、窒息などによって既に死亡していた可能性も高く、直接的な死亡原因が明確ではない。衰弱・凍死は、震災による建物の倒壊などが直接的な原因ではなく、また急性心不全、心筋梗塞などは持病再発の可能性が高く、震災が直接的な原因であるとは考えにくい。

最後に全身打撲と急性腎不全について述べる。

全身打撲は文字通り、全身に打撲創を受けた状態である。打撲創とは、速い速度で大きな力が短時間に作用した結果、その作用部位が圧挫され破断した状態である。この場合、即死でないとしたら、クラッシュ症候群が起こる可能性が高い。クラッシュ症候群とは骨格筋が圧潰され、筋組織からミオグロビンやカリウムが血液中に遊離し、腎臓の尿細管を閉塞し急性腎不全を起こすものである。また死因が急性腎不全となっているものはクラッシュ症候群であった可能性が高い。

*死因相互の関連性の内容は、医師である井上佳代子先生のお話による。

2-2-2. 全身打撲の分析

他の死因に比べて救命可能性が高く、しかも救命人数も多いと考えられる、全身打撲について考察する。図 2 において、大まかな死因別死亡時刻の推移を示したが、ここで全身打撲による死者の死亡時刻の分布を 1 時間ごとに区切って、細かく表示したものを図 3 に示す。

このグラフを見ると確かに 6:00 までの死者数が最も多くなっているが、それ以降は 16:01~17:00 をピークにした、なだらかな曲線を示しているのが分かる。

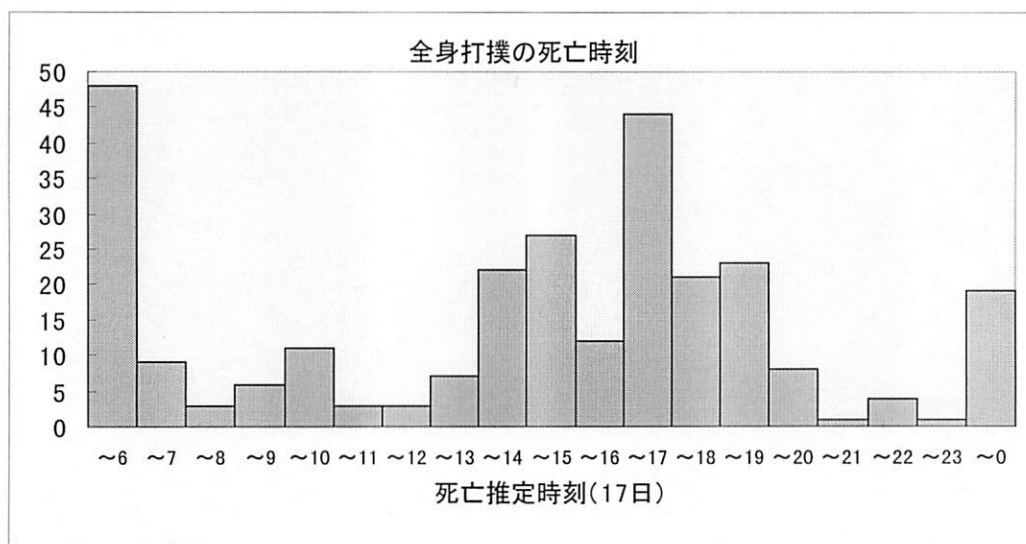


図 3 全身打撲の死亡時刻の分布¹⁾

次に、死体検案書における「死亡までの時間」という欄の記載を集計したものを表 6 に示す。

死亡までの時間が「1日」となっているものが 199 例あり、死亡時刻が 17 日の 12 時以降のものと対応しているのが分かる。やはり、全身打撲の死者は救命可能性が高かったということが分かる。

表 6 全身打撲の死亡までの時間¹⁾

死亡までの時間	例	死亡推定時刻	例
直後	26	17日～6:00	48
10分～17時間	22	6:01～12:00	35
1日	199	12:01～	189
4日	2	18日～	10
記載なし	44	17日の時刻不明	11
計	293	計	293

2-3. まとめ

第 2 章における考察から、死因の欄の記載が全身打撲であるもののうち即死でなかったものと、急性腎不全のものをクラッシュ症候群による死亡であった可能性が高いと考え、第 3 章以降で、それらの死者の特性及びクラッシュ症候群の負傷者について考察していく。

第3章 クラッシュ症候群の分析

3-1. クラッシュ症候群の概要

3-1-1. クラッシュ症候群とは

クラッシュ症候群は、Crush syndrome、Crush injury、挫滅症候群などとも呼ばれ、医学大辞典によれば「重量物による長時間の圧迫の後に、四肢あるいは腹部ないし骨盤部の解放によって起こるショック*様の症状である」とされている。従って平時にはまれであり²⁾、一般には地震、鉱山事故、爆撃、列車事故などにより同時多発することが多い。阪神・淡路大震災においても多数の患者が発生し、注目を集めた³⁾。

クラッシュ症候群に関する報告は、第2次世界大戦時になされたものが最初である。その後の報告では、1976年に家屋の96%が倒壊し死者242,000人、負傷者164,000人を出した中国・唐山地震において、3,300～8,200人にクラッシュ症候群が発生したと言われており、また1988年に死者24,800人、負傷者13,000人を出したアルメニア地震において、負傷者の約11%にクラッシュ症候群が発症したと報告されている。この地震では、アメリカ・イギリスより人工透析器をを携えた医療チームがアルメニアに派遣され活躍したと言われる⁴⁾。

*ショックとは急激な末梢血液循環の不全状態をいう。

3-1-2. 診断と治療方法

臨床症状は骨折などを伴う症例では推測しやすいが、圧迫解除直後には外傷による皮膚症状が乏しく、痛みなども無い症例もある。これら臨床症状の乏しい症例でも時間経過とともに損傷部位の腫脹をきたし、神経学的に知覚障害、運動障害を認め、乏尿、褐色尿、低血圧、ショック、急性腎不全へと進展する³⁾。

治療方法は、急性腎不全への進展を予防することが第一と考えられ、そのためには早急に腎臓透析が必要である。

しかしクラッシュ症候群は平常時には発生しない、ごくまれな症例であるため、医学的にあまり研究も進んでいない。特に日本では本震災が初体験と言っても過言ではなく、解明されていない部分が多いというのが現実である。

3-2. 阪神・淡路大震災におけるクラッシュ症候群に関する報告

阪神・淡路大震災におけるクラッシュ症候群の全貌を把握するために、既往の報告を見てみる。

神戸市内 21 病院のそれぞれの震災に関する報告をまとめてある「検証 そのとき医師たちになにができたか」⁵⁾という書籍を見ると、21 病院中、クラッシュ症候群に関する記述のあるものは、わずか 6 病院であった。確かに、この書籍では各病院の割り当ては 5 ページから 10 ページ程度であるから詳細な報告はできず、やむを得ないのかもしれないが、この 21 病院中 6 病院というのは、関心が薄いのかかもしれない。もしくは震災時にクラッシュ症候群と診断される患者は、病院によっては来なかったのかもしれず、またはクラッシュ症候群の存在を震災時には知らなかった可能性も高い。実際、その 6 病院の報告の中でクラッシュ症候群に関して、「疾患（クラッシュ症候群）のことはよく知らなかった。これらの患者は打撲＝軽症と判断された。」、「（クラッシュ症候群について）予備知識がなかった。」というコメントがあり、病院によってはこの疾患についてほとんど知らなかったところも、少なからず存在していたと考えられる。

では、実際にクラッシュ症候群に関して報告している 6 病院の記述を見てみる。具体的な数値として出されているものをまとめたのが表 7 である。非常に簡単にしか報告されていないのでわからない部分が多いが、負傷者全体に対して 5~20%の割合でクラッシュ症候群が発生していることがわかる。また、被災地内の病院においてクラッシュ症候群と診断された患者のほとんどが他の病院に転送されている。これはクラッシュ症候群が早急な透析を必要とするものであり、水や電気の使えなかった被災地内の病院が透析不能であったため、透析可能な他の病院に転送したと考えられる。死亡率は、死者数が不明な病院が多いが、甲南病院で 11.1%、神戸大学病院で 25%となっている。この値が平常時に対して高いものなのか低いものなのかというのは、クラッシュ症候群が、平常時には全くと言っていいほど見られないものであるため判断できない。

表 7 被災地内病院におけるクラッシュ症候群の状況³⁾⁵⁾

		クラッシュ症候群	転送	透析	死亡	負傷者	クラッシュ症候群/負傷者(%)
東灘区	甲南病院	18	13	?	2	364	4.9
東灘区	東神戸病院	11	11	9	0	188	5.9
中央区	神戸赤十字病院	10	?	?	?	116	8.6
中央区	神戸大学病院	32	18	?	8	149	21.5
長田区	神戸協同病院	7	?	?	?	69	10.1
西区	西神戸医療センター	11	7	4	2	124	8.9
	計	89				1010	8.8

注. 初期3日間の新入院患者数を「負傷者」とした。

3-3. クラッシュ症候群による死者の実態

3-3-1. 死者数

図 4 にクラッシュ症候群の死者数の推定方法を示す。全身打撲の死者すべてから、即死のものと、17日の死亡時刻不明かつ死亡までの時間不明なものを除いて、急性腎不全の死者とあわせた 252 例をクラッシュ症候群の死者であったと考える。

ここで、「17日における死亡時刻不明かつ死亡までの時間不明」の削除について説明する。全身打撲による死者のうち、死亡年月日が17日と記載されているのに死亡時刻が不明なものが11例あり、これだけでは即死であったのかどうか判断できないが、その11例中6例は死亡までの時間が記載されており、即死ではなかったと判断できるためクラッシュ症候群であった可能性が高いと考えた。なぜ、死亡までの時間は記載されているのに死亡時刻がないのかは疑問であるが、恐らく正確な時刻が判断できなかったからであろう。

従って、神戸市において死者の総数3660人のうち252人、つまり全体の約7%がクラッシュ症候群による死亡であったと考えられる。

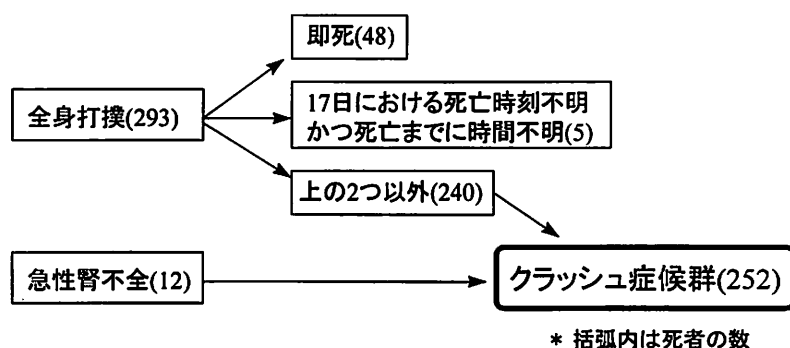


図 4 クラッシュ症候群の死者数の推定¹⁾

3-3-2. 死亡時刻

クラッシュ症候群による死者の死亡時刻の分布を表 8 及び図 5 に示す。ほとんど死因が全身打撲であったものであるから、全身打撲の分布（図 3）とほぼ同じである。

表 8 クラッシュ症候群の死亡時刻の分布¹⁾

	死亡時刻	死者数
17日	6:01～12:00	35
	12:01～	189
	不明	6
18日		8
19日～		14
計		252

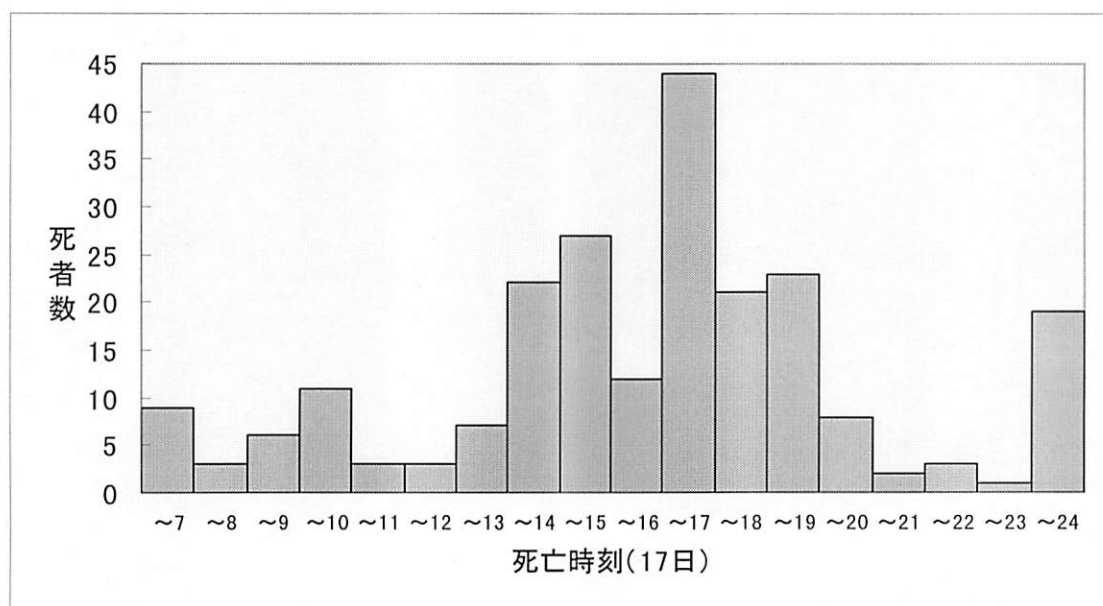


図 5 クラッシュ症候群の死亡時刻の分布¹⁾

3-3-3. 傷害発生場所と死亡場所

クラッシュ症候群の発生場所と死亡場所を集計したものを表 9 に示す。これを見ると、全体の約 9 割が東灘区で発生し、同じく約 9 割が同区で死亡していることがわかり、明らかに東灘区に大きく偏っていることがわかる。それぞれの区の全体の死者数（死亡場所がその区であったもの）と比較しても、東灘区と同様に全体の死者の多かった灘区、長田区に比べ東灘区は明らかにクラッシュ症候群の死亡者が多い。この原因として考えられることは、そもそも死体検案書はそれを書く、つまりその死体を検案した医師によって所見の異なるものであるため、死体検案書の記載が偏ったのだと考えられる。東灘区でこれらの検案を行ったある医師がその死体を診て「全身打撲」と判断しても、他の医師が見れば「圧死」と記載したかもしれない。

このように、死体検案結果によっては医師の主観に頼ることに伴う不確かさが少なからず存在し、本研究の信頼性を損なう結果となっている。本研究はその不確かさを承知の上で、以降も分析を進める。

表 9 クラッシュ症候群の発生場所と死亡場所¹⁾

場所	発生	死亡[A]	死亡(全体)[B]	A/B
東灘区	210	228	1212	18.8%
灘区	5	2	824	0.2%
長田区	17	15	744	2.0%
兵庫区	1	0	391	0.0%
須磨区	0	1	282	0.4%
中央区	0	3	187	1.6%
北区	0	1	6	16.7%
垂水区	0	0	3	0.0%
西区	0	0	3	0.0%
神戸市外	0	2	8	25.0%
不明	19	0	0	0.0%
計	252	252	3660	6.9%

3-4. クラッシュ症候群の負傷者数の推定

3-4-1. 負傷者とは

クラッシュ症候群の負傷者数を推定するにあたって、まず本震災における負傷者の定義について考察する。

朝日新聞の集計⁶⁾によると本震災における負傷者は全体で 26,815 人（1995 年 2 月 8 日現在）、神戸市内において 14,679 人であったとされている。では、どういう状態（症状）のものを「震災による負傷者」と呼ぶのか。文字通り「傷を負った者」という意味では、擦り傷程度のものまで「負傷者」になってしまい、その程度のものは「震災による負傷者」とは言えないと考えられる。また、震災発生後 1 週間経ってから、風邪のため病院にやってきた患者は、直接的な「震災による負傷者」とは言えない。

そこで、病院にやってきた（運ばれてきた）患者数から「震災による負傷者」を推定する場合、軽症の含まれていない「入院患者数」を使用し、また震災当日である 17 日から 19 日、つまり初期 3 日間における新入院患者数を「震災による負傷者」とする。

以下に、初期 3 日間とした理由について説明する。

神戸市東灘区の甲南病院と、同じく東灘区の東神戸病院における新入院患者数の推移^{3) 7)}を図 6 に示す。これをみると、甲南病院のほうは 20 日以降全く新入院患者が来なくなる。また東神戸病院のほうは、20 日は 19 日の半分以下となり、激減しているのが分かる。つまり、震災における新入院患者は、初期 3 日間に集中していると判断できる。

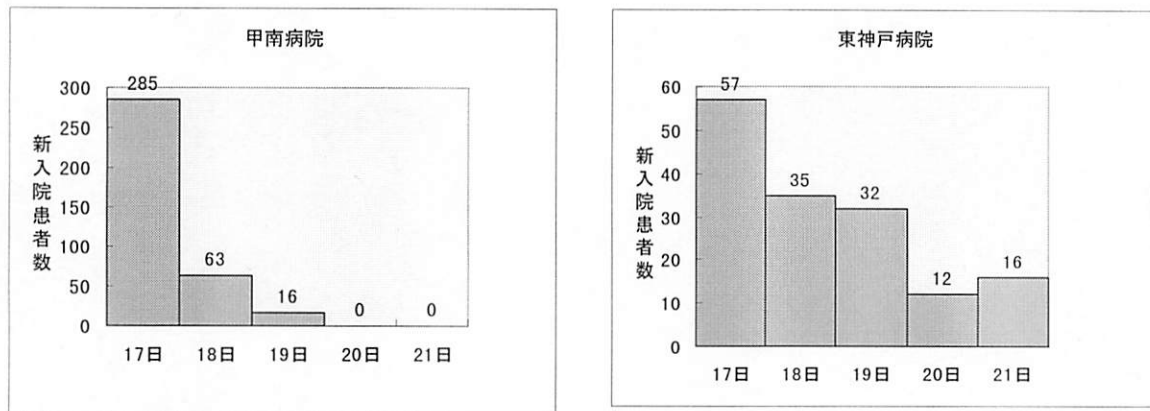


図6 甲南病院と東神戸病院における新入院患者の推移^{3) 7)}

3-4-2. 負傷者数の報告

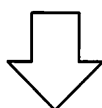
3-3-1において、死体検案結果からクラッシュ症候群による死者数は推定できた。では阪神・淡路大震災において、一体何人のクラッシュ症候群の負傷者が発生していたのだろうか。

クラッシュ症候群に関する報告は、医学雑誌などにおいて多数発表されているが、そのほとんどがクラッシュ症候群の病態や治療方法などの報告であり、また負傷者数（患者数）に関する報告があったとしても、それはひとつの病院の枠にとどまったものでしかない。従って、本震災全体でどれだけクラッシュ症候群が発生したのかという報告はほとんどない。この原因は、クラッシュ症候群が多くの医師たちにとって未知のものであり、阪神・淡路大震災が初体験であったため、正確なデータが残っていないということが大きいのではないかと考えられる。

ここで、数少ないクラッシュ症候群の負傷者数に関する報告の中から、震災全体の数字を推定している、甲南病院のものを見てみる。甲南病院の報告によると、甲南病院における震災の負傷者（初期3日間の新入院患者）のうち4.9%がクラッシュ症候群と診断されている。この比率を震災全体にあてはめて、震災の被害を受けた全域において2,027人のクラッシュ症候群が発生したと推定している。しかし、この推定は甲南病院のみの発生率を被災地域全体に当てはめているため信頼性に欠ける。

	クラッシュ症候群(X)	負傷者数(Y)	X/Y
甲南病院	18	364	4.9%

注. 負傷者数は初期3日間の新入院患者数。



	クラッシュ症候群(X)	負傷者数(Y)	X/Y
阪神・淡路大震災	2027	41,000	4.9%

注. 負傷者数は官報資料1705号より、震災全域の数値。

図7 甲南病院の推定³⁾

3-4-3. 負傷者数の推定

甲南病院によるクラッシュ症候群の負傷者数の推定を参考にして、神戸市内における負傷者数を推定する。クラッシュ症候群について報告している被災地内6病院の数値を表10に、過去の地震で報告されている数値を表11に示す。

表 10 被災地内 6 病院におけるクラッシュ症候群の発生率^{3) 5)}

		クラッシュ症候群	負傷者	クラッシュ症候群／負傷者(%)
東灘区	甲南病院	18	364	4.9
東灘区	東神戸病院	11	188	5.9
中央区	神戸赤十字病院	10	116	8.6
中央区	神戸大学病院	32	149	21.5
長田区	神戸協同病院	7	69	10.1
西区	西神戸医療センター	11	124	8.9
	計	89	1010	8.8

注. 「負傷者」は初期 3 日間の新入院患者である。

表 11 過去の地震におけるクラッシュ症候群の発生率⁴⁾

		死者	負傷者	クラッシュ症候群	クラッシュ症候群／負傷者
1976年	中国・唐山地震	242,000	164,000	3,300～8,200	1.4～3.4%
1988年	アルメニア地震	24,800	13,000	約1430	約11%

まず、過去の地震におけるクラッシュ症候群の発生頻度を見ると、中国・唐山地震において 1.4～3.4%、アルメニア地震において約 11%となっている。しかし、その地震の被害特性、その国の救助活動の実態など阪神・淡路大震災とはかなり条件が異なるので、本震災のクラッシュ症候群の発生率と比較することに余り意味はない。

一方、被災地内 6 病院における発生頻度は、まさに現場の数値であるため、これらを集計した発生率である 8.8%という数値をクラッシュ症候群の負傷者の推定に用いることにする。

この 8.8%という発生率を本震災のクラッシュ症候群の発生率であるとすれば、神戸市内の総負傷者数 14,679 人に対して、1,292 人のクラッシュ症候群の負傷者が発生したと推定される。

しかし、被災地内 6 病院の総負傷者数は初期 3 日間の新入院患者であり、一方、朝日新聞の集計した数値は負傷者の定義が不明であるため、2つのデータは必ずしも対応しておらず、この推定が信頼性に欠けるのは否めない。さらなる詳細な分析が必要である。

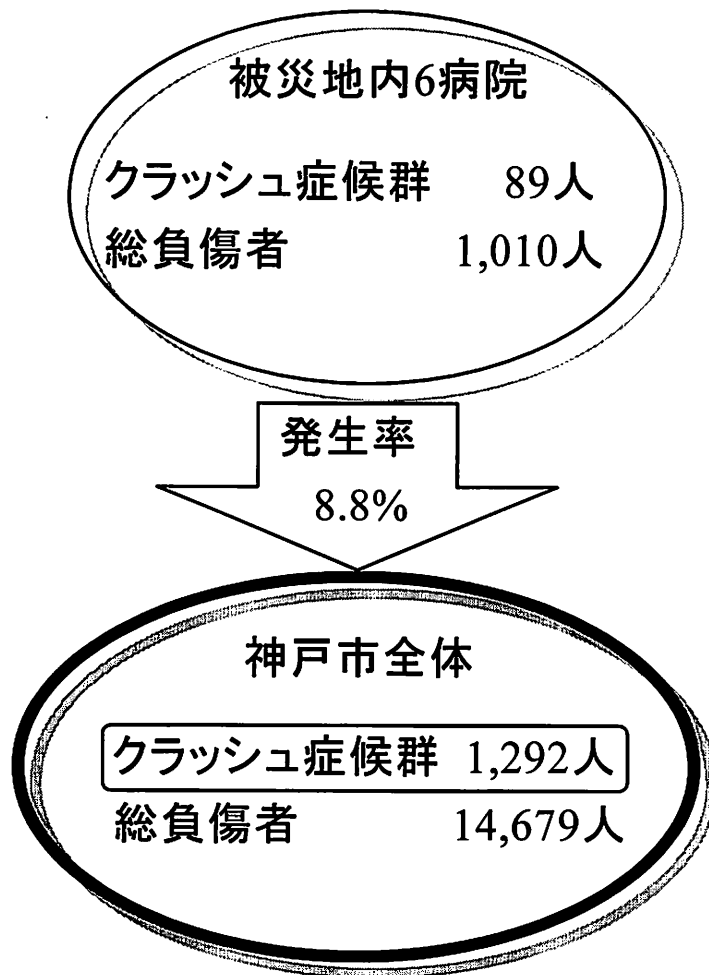


図8 クラッシュ症候群の負傷者数の推定

第4章 クラッシュ症候群を例とした災害時医療の方法論

4-1. 阪神・淡路大震災における透析の実態

本震災における人工透析器の使用可能状況と水の確保状況を表12及び表13に示す。表12は被災全体のデータであり、表13は独自に電話調査*したものである。

表12 透析に使用可能状況と水の確保⁸⁾

	使用可能		水の確保	
	17日	18日	17日	18日
病院	47.1%	58.8%	30.4%	34.8%
診療所	21.7%	31.0%	31.4%	40.5%

注. 水の確保は、市町へに依頼や自己水源による対応を含む。

表13 東灘区主要病院の透析*

東灘区の病院	同時透析可能人数	震災当日
住吉川病院	78	使用不能
六甲アイランド病院	48	使用不能
甲南病院	33	使用不能

*東灘区の主要6病院に電話調査を行い、「透析病床数」と「震災当日の透析の状況」を質問し回答を得たものである。その他2病院には透析装置がなかった。

まず表12を見ると、17、18日両日で病院では約5割から6割、診療所では約2割から3割の所で透析が使用可能であったことが分かる。また、病院と診療所の両方で3割から4割程度の所で水の確保（市町への依頼や自己水源による対応を含む）が可能であったということになる。やはり、透析には大量の水が必要なため、水の確保が透析の使用可能か否かを決定していると考えられる。

表 12 では調査対象が、被災 10 市 10 町の広範囲であり、地域によって被害状況が大きく異なるため、被害のひどかった地域の医療機関では高い確率で透析の使用ができなかったと推測される。

そこで、被害の甚大であった神戸市東灘区の透析器を多数備えた 3 病院に電話調査を行ったところ、表 13 のように震災当日は 3 病院とも透析の使用は不可能であったことが分かった。やはり、被害のひどかった地域の医療機関では、ライフラインの途絶などの原因により、震災の初期段階で透析は使用不可能であったと推測される。

4-2. 災害時医療の方法論

阪神・淡路大震災のような災害時には、患者が僅かな時間に殺到し、しかも特定のかつ同じ症状に集中するわけだから、それらの需要が被災によって低下している医療側の供給能力（マンパワー、医療機器、医薬品等）をすぐに上回ることは容易に推定できる。

具体的に本震災におけるクラッシュ症候群患者と透析の関係を見ると、神戸市東灘区の甲南病院では 17 日にクラッシュ症候群と診断された患者が 17 人³⁾存在したが、当病院における、平常時の一般透析患者の使用分（90%）を差し引いた 1 日の透析可能人数は約 13 人⁹⁾であり、明らかに需要が供給を上回っており、早急かつ適切な治療は、たとえその対処方法が医師に直ちに選択されたとしても機器の面から不可能であったことが分かる。（実際には、水道水の途絶により透析治療はできず、その患者のほとんどが被災地外へ転送されている。）神戸市全体でも同様であると考えられる。

このように、それぞれの地域、施設には日常的に起こる事故や疾病に対して一定の余裕を持った処理能力しか配備されていないのが普通であり、阪神大震災のような非日常的なピーク負荷には対応できない。

その対処方法として、図のように被災地内では処理しきれない患者を被災地外へ搬出する方法と、必要な分の医療を被災地内へ搬入する方法の2通りが考えられるが、後者はクラッシュ症候群に限っていえば、透析だけできれば良いというものではなく、高度な医療機器による全身管理が必要なため、困難であると判断できる。

結果として、有効な対応は患者の搬出（転送）であり、災害時には、クラッシュ症候群の患者は、速やかに適切な治療の実施できる医療機関へ転送（移送）する必要があると考えられる。

このような立場から、4-3以降においてクラッシュ症候群を例にして、その転送対象となる領域の算定を行う。

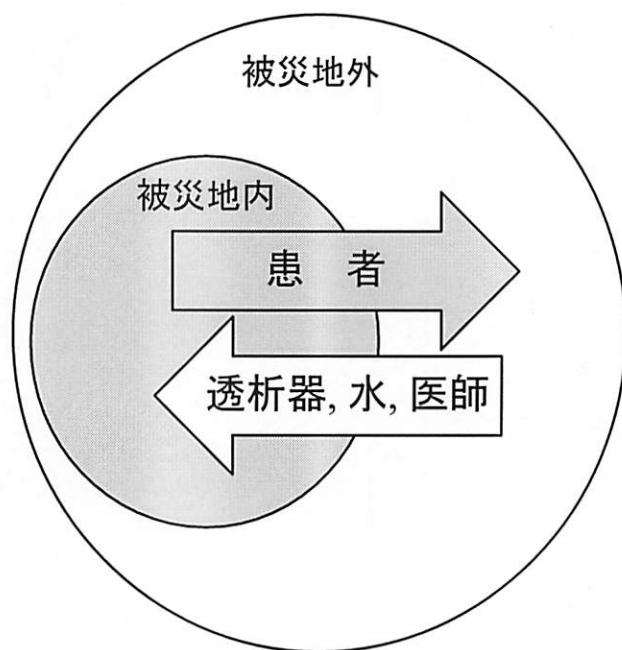


図9 クラッシュ症候群に対する医療の方法

4-3. クラッシュ症候群の転送対象となる領域の算定

4-3-1. 算定方法

クラッシュ症候群の転送対象となる領域の算定式を、Case.A と Case.B に分けて以下に示す。

<Case. A : 被災地内で透析可能な場合>

$$\pi r_A^2 = \frac{p}{dkz} \quad \text{より} \quad r_A = \sqrt{\frac{p}{\pi dkz}} \quad \dots(A)$$

r_A : Case.A における転送対象領域の半径 (km^2)

p : 震災当日のクラッシュ症候群患者の発生数 (人/日)

d : 透析病床の密度 (病床/ km^2)

k : 透析病床の1日の回転数 (回/日)

z : 透析病床の残有率

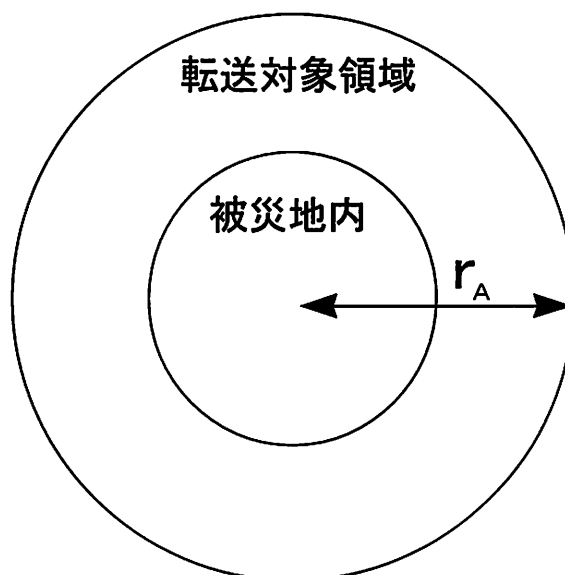


図 10 Case.A

<Case. B : 被災地内で透析不能な場合>

$$\pi r_B^2 - \pi r_0^2 = \frac{p+p_0}{dkz} \quad \text{より}$$

$$r_B = \sqrt{\frac{p+p_0}{\pi dkz} + r_0^2} \quad \dots(B)$$

r_B : Case.Bにおける転送対象領域の半径 (km^2)

r_0 : 被災地内の領域の半径 (km^2)

p_0 : 被災地内の一般透析患者数 (人/日)

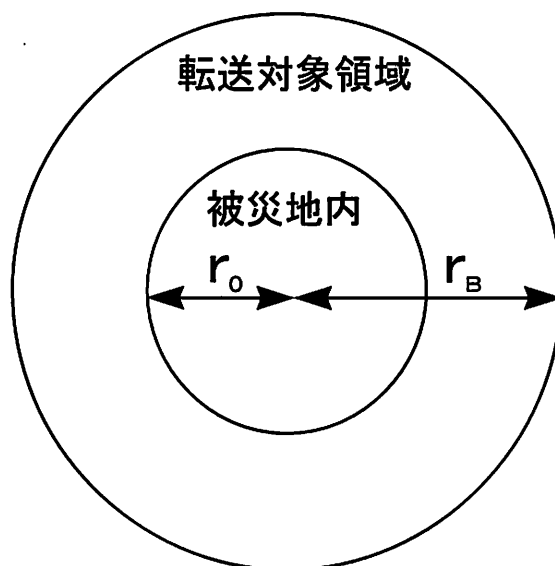


図 11 Case.B

以下に算定式の説明をする。

まず、この算定式は「透析病床が被災地内外に均一に分散していると仮定した場合、多発するクラッシュ症候群患者の転送対象領域がどの範囲まで拡大するか」を数値化するものである。またこの算定は、被災地内で透析可能であった場合を想定した Case.A と、被災地内で透析不能であった場合の Case.B に大きく分けて式を設定し、それぞれにおいてさらに詳細に想定される各種データを入力して解析を行う。

次に入力データの説明をする。

r_A 及び r_B は図 9 及び図 10 のように Case.A 及び Case.B における転送対象領域の半径である。 p は震災当日のクラッシュ症候群患者の発生数であり、本算定においては第 3 章において推定した 1292 人という数値を用いる。 d は透析病床の密度であり、本算定においては神戸市及び兵庫県の総透析病床数をそれぞれの総面積で除したものを使用する（表 14 参照）。 z は透析病床の残有率であり、本算定では日常の一般透析患者による占有率がほぼ 90%*であると判断して、残有率（平常時の一般患者による占有分を差し引いた残りの比率）を 10%とする。 k は透析病床の 1 日の回転数（1 日に 1 つの透析病床で可能な人数）であり、平常時においては昼間のみの診療では 2 回、夜間も診療を行うところは 4 回となる。 r_0 は被災地内の領域の半径であり、本算定においては神戸市を被災地内と想定するため、神戸市を円状であると考えた場合の半径となる。 p_0 は被災地内における 1 日の一般透析患者数であり、本算定では、神戸市の総透析病床数の 90%を一般透析患者が使用していると考え、病床数の 90%の数値を一般透析患者数とする。

*兵庫県透析医会に電話調査した結果である。

表 14 透析病床の密度^{9) 10)}

	透析病床数(病床)	面積(km ²)	透析病床の密度(病床 / km ²)
神戸市	622	546	1.14
兵庫県	2322	8387	0.28

4-3-2. 算定条件及び結果

算定式 (A) を使用して Case.A-1~A4、(B)を使用して Case.B-1~B-4 の 8 通りに違った条件を与え算定をした。

以下に、クラッシュ症候群患者の転送対象領域の算定結果を表 15 及び図 11 に示す。

表 15 算定条件及び結果 ¹⁾⁹⁾¹⁰⁾

Case	p	d	k	z	r_0	p_0	r_A, r_B
A-1	1292	1.14	2	0.1	—	—	42.5
A-2	1292	1.14	4	0.1	—	—	30.0
A-3	1292	0.28	2	0.1	—	—	85.7
A-4	1292	0.28	4	0.1	—	—	60.6
B-1	1292	1.14	2	0.1	13	560	52.5
B-2	1292	1.14	4	0.1	13	560	37.1
B-3	1292	0.28	2	0.1	13	560	103.4
B-4	1292	0.28	4	0.1	13	560	73.1

r_A : Case.A における転送対象領域の半径 (km^2)

r_B : Case.B における転送対象領域の半径 (km^2)

p : 震災当日のクラッシュ症候群患者の発生数 (人/日)

d : 透析病床の密度 (病床/ km^2)

k : 透析病床の 1 日の回転数 (回/日)

z : 透析病床の残有率

r_0 : 被災地内の領域の半径 (km^2)

p_0 : 被災地内の一般透析患者数 (人/日)

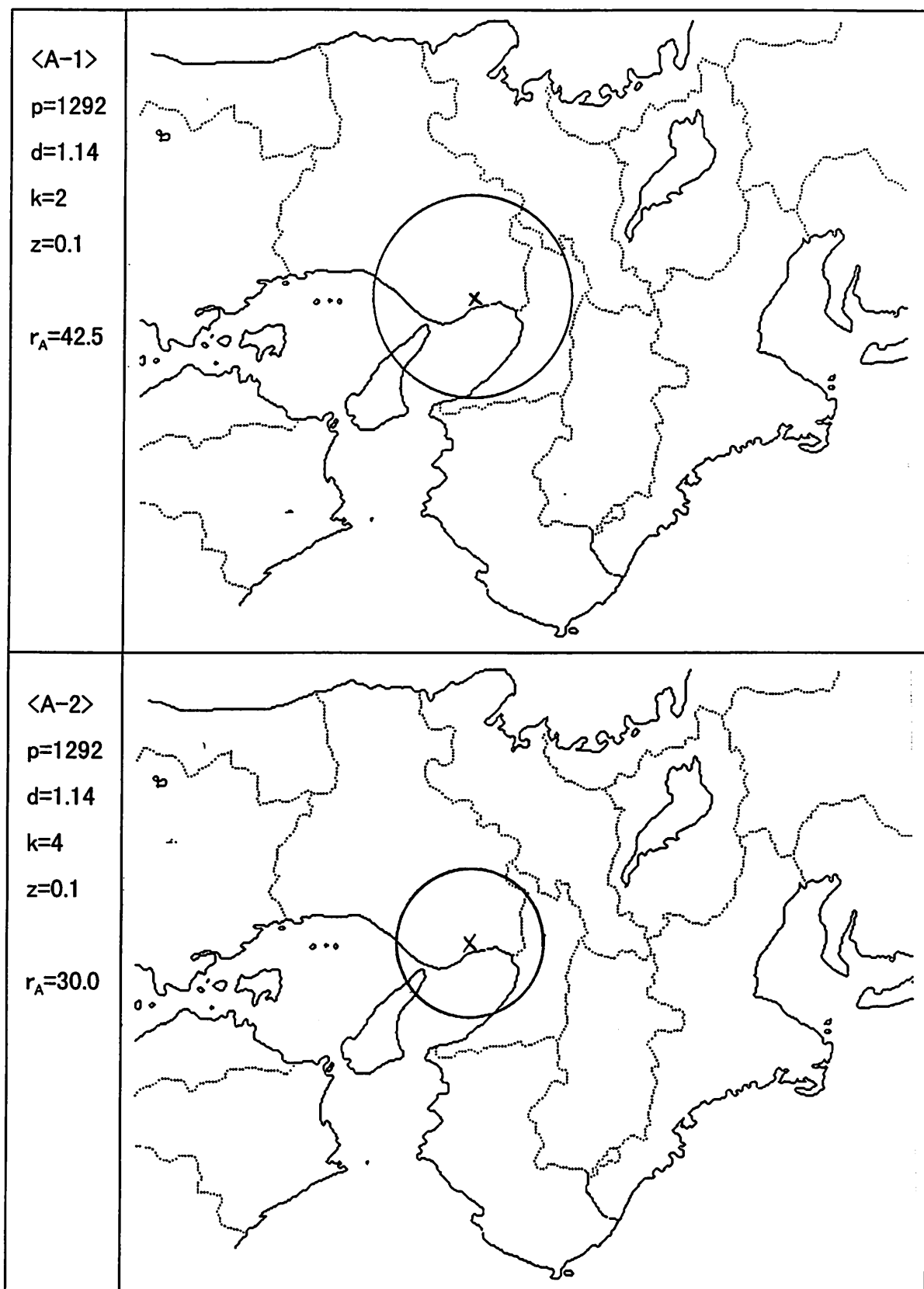


図 12 算定結果(A-1,A-2)

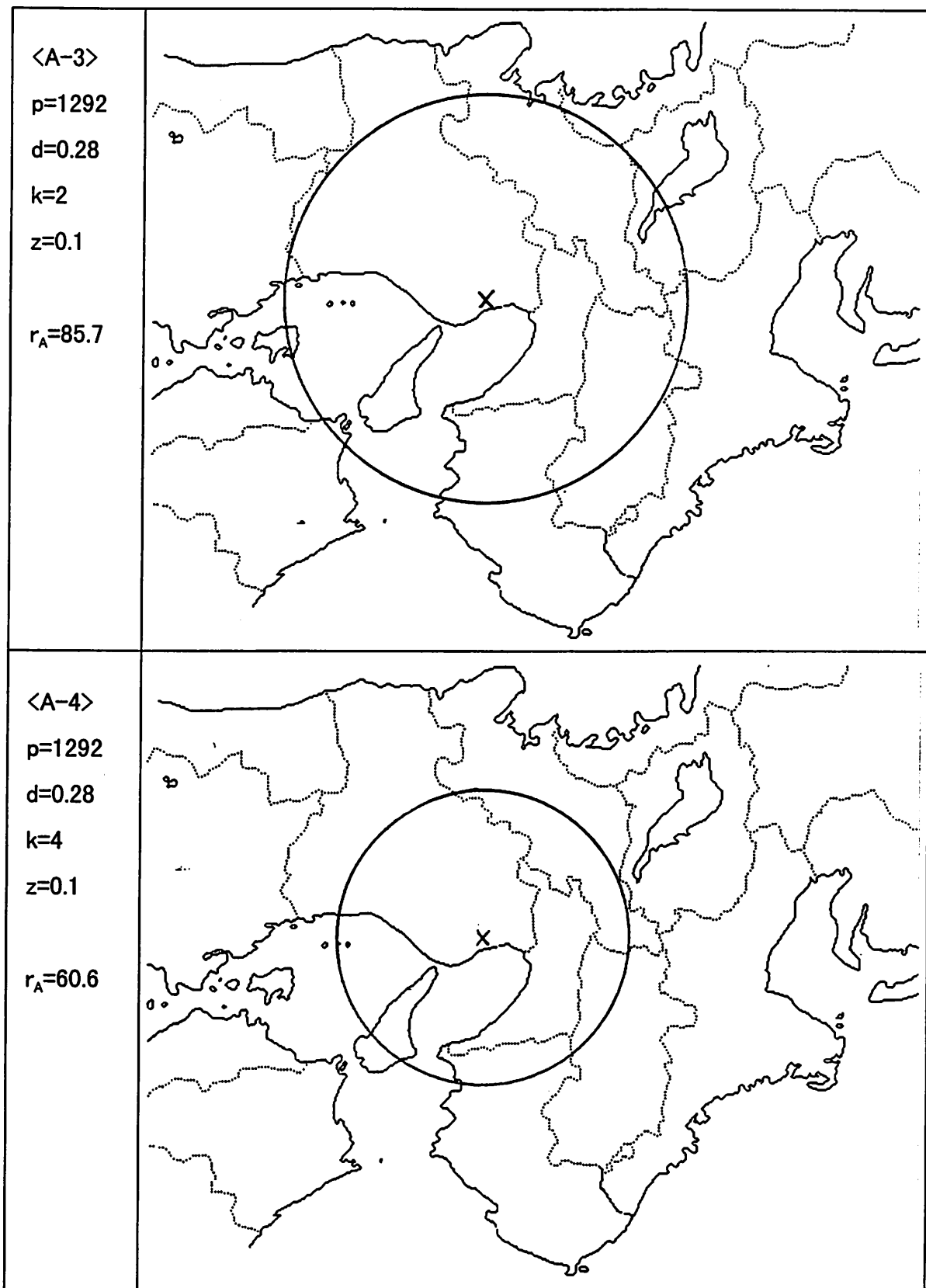


図 12 算定結果 (A-3, A-4)

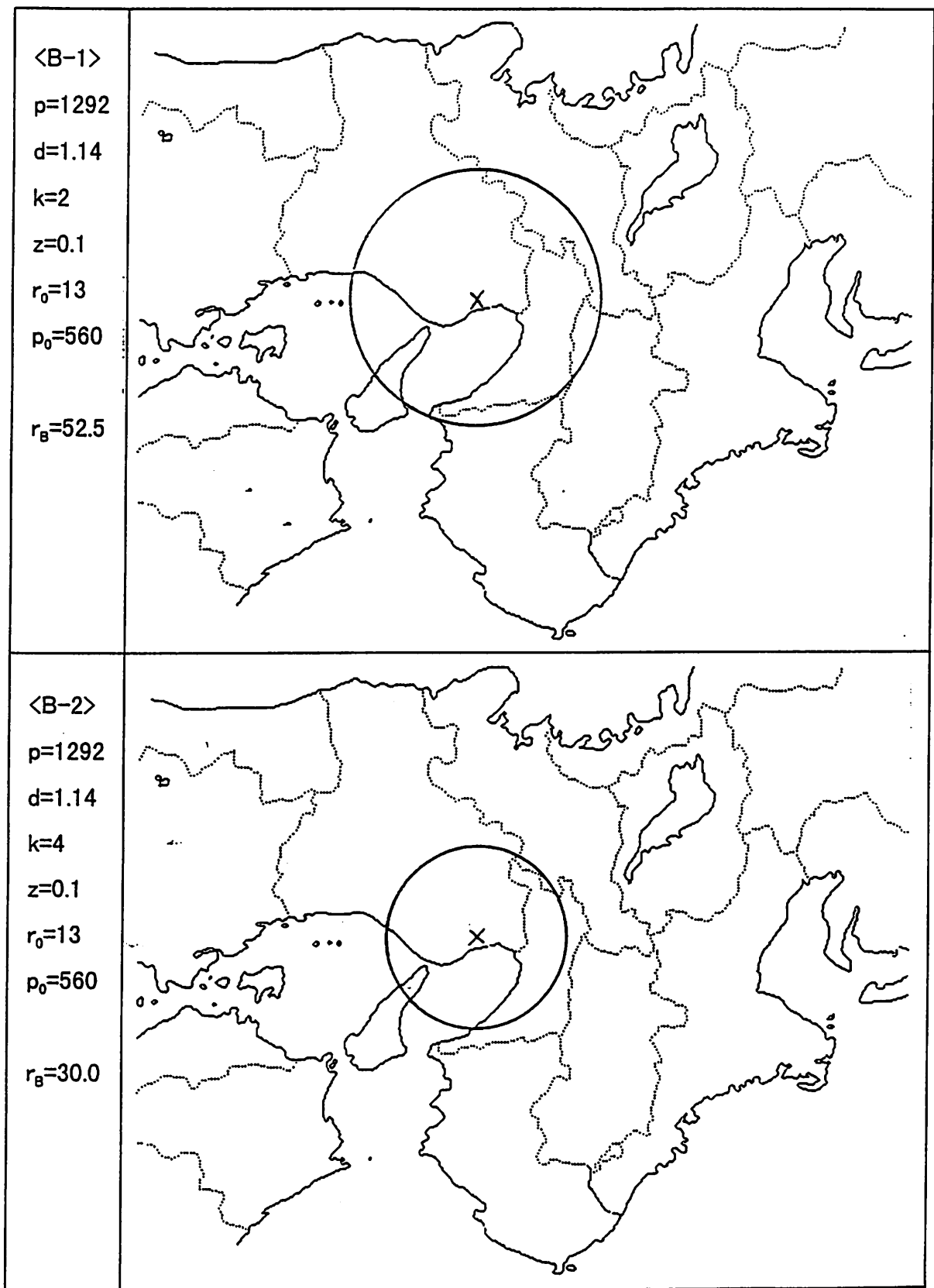


图 11 算定結果(B-1,B-2)

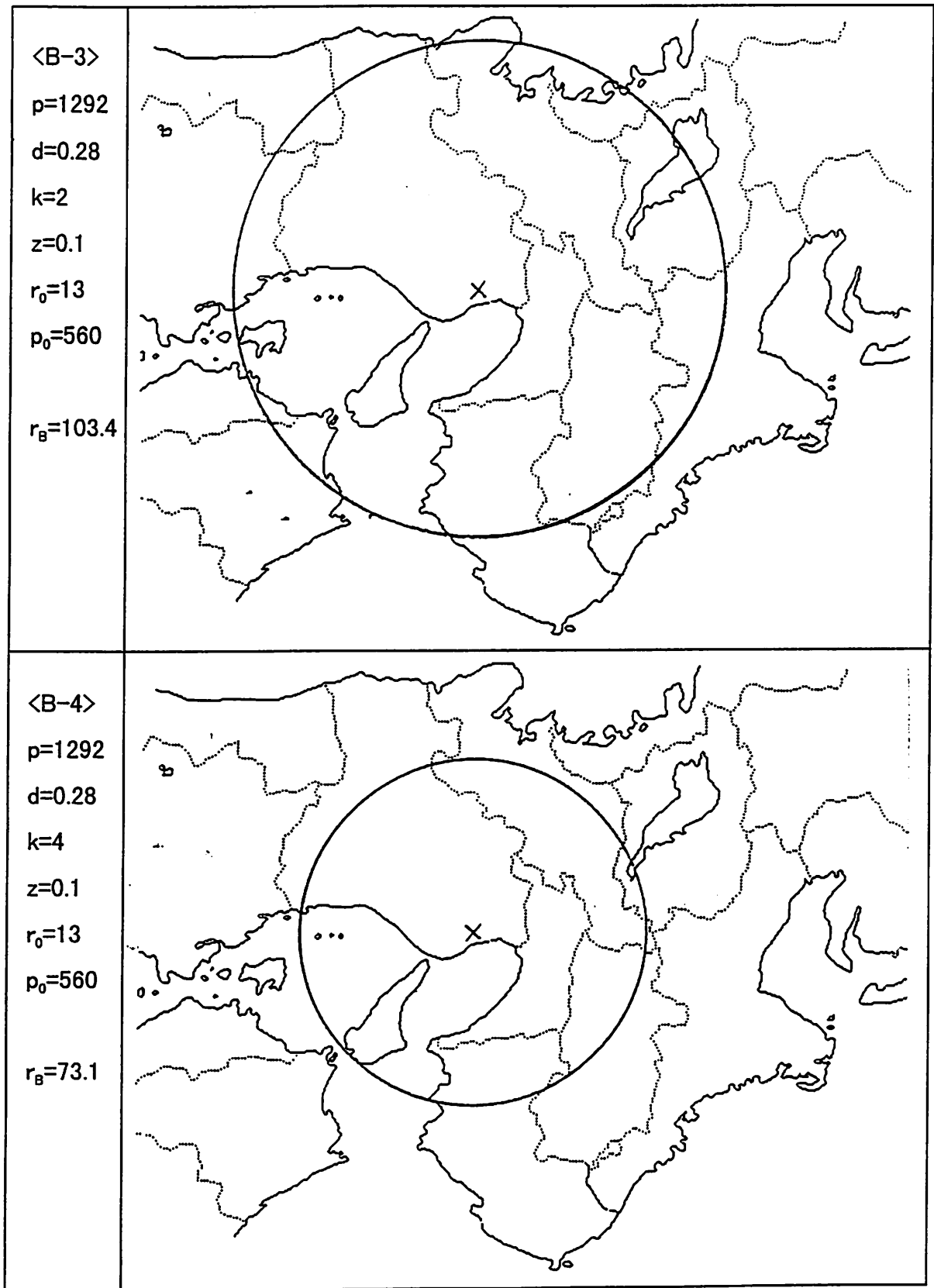


図 11 算定結果(B-3,B-4)

4-2-3. 算定結果の考察

<Case ごとの考察>

Case.A-1

被災地内で透析可能と仮定し、透析密度に神戸市のものを用い、透析病床の回転数を2とした場合である。転送対象領域は神戸市を中心に半径42.5^{km}となり、海域を除いて考慮すると、兵庫県の半分、大阪府全域、京都府の一部までが対象領域となると思われる。

Case.A-2

被災地内で透析可能と仮定し、透析密度に神戸市のものを用い、透析病床の回転数を4とした場合である。転送対象領域は神戸市を中心に半径30.0^{km}となり、海域を除いて考慮すると、兵庫県の神戸市近辺、大阪府の半分、京都市の一部までが対象領域となると思われる。

Case.A-3

被災地内で透析可能と仮定し、透析密度に兵庫県のものを用い、透析病床の回転数を2とした場合である。転送対象領域は神戸市を中心に半径85.7^{km}となり、海域を除いて考慮すると、ほぼ近畿地方全域にわたって対象領域となると考えられる。

Case.A-4

被災地内で透析可能と仮定し、透析密度に兵庫県のものを用い、透析病床の回転数を4とした場合である。転送対象領域は神戸市を中心に半径60.6^{km}となり、海域を除いて考慮すると、兵庫県、大阪府、京都府は言うまでもなく、滋賀県、奈良県までもが対象領域となる。

Case.B-1

被災地内で透析不可能と仮定し、それ以外は Case.A-1 と同じとした場合である。転送対象領域は神戸市を中心に半径 52.5 * km となり、海域を除いて考慮すると、兵庫県半分、大阪府全域、京都府半分、奈良県、滋賀県の一部までが対象となると考えられる。

Case.B-2

被災地内で透析不可能と仮定し、それ以外は Case.A-2 と同じとした場合である。転送対象領域は神戸市を中心に半径 37.1 * km となり、海域を除いて考慮すると、兵庫県半分、大阪府全域、京都府の一部までが対象領域となると思われる。

Case.B-3

被災地内で透析不可能と仮定し、それ以外は Case.A-3 と同じとした場合である。転送対象領域は神戸市を中心に半径 103.4 * km となり、海域を除いて考慮すると、近畿地方全域にとどまらず、中国地方、中部地方の一部までもが対象領域となると考えられる。

Case.B-4

被災地内で透析不可能と仮定し、それ以外は Case.A-4 と同じとした場合である。転送対象領域は神戸市を中心に半径 73.1 * km となり、海域を除いて考慮すると、兵庫県、大阪府、京都府は言うまでもなく、滋賀県、奈良県までもが対象領域となる。

<全体の考察>

実際の災害時を想定した場合、まず被災地内では水道が途絶し、透析は不可能である可能性が高く、また転送は大阪府に集中すると考えられるので、透析病床の密度は神戸市の数値である 1.14 ぐらい、もしくはそれ以上となるだろう。また透析病床の回転数は緊急時の医療スタッフたちの努力によって 4 回転できることを期待すれば、実際の値に最も近いのは Casa.B-2 であると考えられる。Case.B-2 の転送対象領域の半径は 37.1 ㎞であるから、兵庫県の半分、大阪府全域、京都府の一部までが対象領域となり、渋滞などの制約を考慮に入れなければ、十分早急な転送の可能な領域であると判断される。

第5章 おわりに

本研究では転送方法には触れておらず、同時多発する大量の患者をスムーズに転送できることを前提としている。しかし、阪神・淡路大震災では被災地内において予想外の大渋滞が発生し、被災地外への患者の転送はもちろん、被災地内への救援物資の移送などにも支障を来した。これらの問題を抱えた状態では、本研究の転送対象領域の算定も意味はなく、まさに机上の空論に終わってしまう。

渋滞については、様々な研究機関においても研究されているが、私の所属する研究室では、種々の車両を緊急度によって選別して、緊急性の低い車両を制御することによって渋滞を軽減するという方法論（震災トリアージ）を研究中である。また、大量の患者を一度に転送(移送)するとなると救急車が不足することは必至である。その解決策として、救急車の定数を災害時に対応できるものに設定するというのは、平常時にあまりに無駄な数の救急車が存在することになり、コストの面から考えても非現実的である。そこで災害時には、救急車に代わる転送方法として、ヘリコプター、船舶はもちろんタクシーの利用の案なども考えられている。やはり交通や医療に限らず、災害に対する備えとして、日常に必要なものを新しく用意しておくということよりも、むしろ日常にあるものをいかに災害時に上手に転用するかという方法論を考えることが重要であると考えられる。そういう意味で、先ほど述べたように災害時の緊急車両として、無線を備え、しかも日常にも大量に走り回っているタクシーを使うという案は非常に有効であると考えられる。

医療についても同様であり、医療側の供給力低下に対して患者の需要が上回る様な本震災を経験すると、必然的に病院建築の耐震化や医薬品の備蓄などが声高らかに謳われるが、それらは最低限に押さえ、いかに日常の能力で殺到する患者を捌くかを考える必要があるのではないだろうか。そういう意味で、本研究は災害時に日常の能力で医療を行う方法論であり、このような方法論を様々な角度から検討する必要があると考えられる。

参考文献

- 1) 神戸市死体検案データ, 神戸大学医学部
- 2) 整形外科 Vol.46, No.2, 1995.4
- 3) 腎と透析 8, Vol.41, No.2, 1996.8
- 4) 挫滅症候群 (Crush syndrome), 甲斐達郎 〈<http://apollo.m.ehime-u.ac.jp/~gochi/96/gc31kose.html#233>〉
- 5) 検証 そのとき医師たちになにができたか, 立道 清,1996.10
- 6) 朝日新聞, 1995.2.17
- 7) 震災の真ん中で—東神戸病院・4 診療所地震後 31 日間の記録, 神戸健康共和国, 1995.3
- 8) 災害医療についての実態調査結果,兵庫県阪神・淡路大震災復興本部・兵庫県保健環境部医務課, 1995
- 9) 兵庫県透析医会資料
- 10) 建設省国土地理院 〈<http://www.gsi-mc.go.jp/OPEN/menseki/ichiran.htm>〉

謝 辞

この卒業論文をまとめるにあたり、終始かわらぬ御指導と御鞭撻をいただいた名古屋大学教授 辻本 誠先生、並びに医学の専門的な内容に関して、まったく無知な私に快く御助言して下さった住友生命社会福祉事業団の井上佳代子医師に心より感謝いたします。また、同じ部屋で肩を並べてコンピュータを使った辻本研究室、河野研究室の諸先輩方並びに 4 年生の方々にも深く感謝いたします。やはり、“マラソンはひとりでは走れない” というもので、一緒に走る仲間がいたからこそ、何とか足がもつれながらもゴールまで辿り着けたのだと思います。

最後に、私のことを教授か何かと勘違いし電話で丁寧に応対していただき、しかも貴重な資料を提供して下さった、名も知らぬ兵庫県透析医会の親切な事務のおばちゃんに深く感謝いたします。

Thank you !!