

過疎地域における救急輸送車の配置計画に関する研究

北海道大学 学生員〇 五十嵐 力
 北海道大学 正員 五十嵐 日出夫
 北海道大学 正員 山形 耕一

1. はじめに

北海道の農業地域では、経営的安定のために大規模化が必要であり、必然的に低密度社会とならざるを得ない。この低密度社会を安定的に成立させるためには、十分な社会サービスの確保が必要であり、そのためにはサービス施設の配置とアクセス手段の確保が重要な問題である。社会サービスは多くの分野にわたるが、その中に欠くことのできないものとして医療サービスが存在する。医療サービスの確保、あるいは医療水準の保障が低密度社会におけるシビルミニマムの一つである。そこで本研究は、医療水準の保障という視点に立ち、一考察を試みた。

現在、過疎地域においては、医療機関の密度が低く、また自転車を主たる交通手段とする社会となっている。低密度の自転車化社会のため、交通弱者はもちろん、自転車を保有してと運搬者が病状等で自転車を利用できない場合等があり、救急輸送車はいわゆる救急だけでなく、一部常時医療的な面をカバーしなければならない。その意味において、医療機関へのアクセス手段としての救急輸送車の役割は重要となる。しかしながら、実際の救急輸送車の配置台数は少なく、1台の救急輸送車の受け持つエリアは都市部等にくらべて広大である。救急輸送車の配置地点から遠方の地域では、救急患者の搬送時間が莫大となり、時間的な問題を残している。

また、救急患者の搬送体制は、原則として市町村単位で行なわれており、他市町村からの応援出動の依頼があった場合等を除き他の市町村からの搬送依頼には応じていない。時間的にみて隣接市町村の救急車に出勤依頼をした方が早いと思われる地区では、搬送面で不合理な扱いを受けていることになっている。そこで、今後は行政界を取り払った広域圏の視点に立つ搬送体制の確立が必要である。

以上の点から、本研究では、過疎地域における救急輸送車の増車効果及び救急輸送車の広域的運用の視点に立った分担区域の再編成という二点に着目し、増車にあたっての救急輸送車の最適配置とその場合の救急輸送車の分担区域の設定を目的として解析を行なった。なお、本研究の対象地域として、北海道十勝支庁管内の幕別、池田、豊頃、浦幌の四町を取り上げた。これら四町は、東十勝消防事務組合を形成する町である。

2. 解析方法

本研究では、対象地域を道路網及び行政区画に基づいて全部で85のゾーンに区分した。図-1に対象地域のゾーン区分図を掲げる。なお、各町別に見ると、幕別町はゾーン番号1より22までの計22ゾーン、池田町は同じく23より39までの計17ゾーン、豊頃町は同じく40より55までの計16ゾーン、浦幌町は同じく56より85までの計30ゾーンに分割される。区分した各ゾーンを現場ゾーンと名づけることにする。

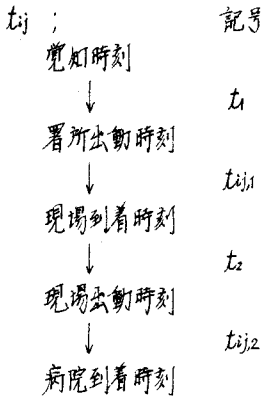
救急輸送車の配置候補地としては、対象地域内で現在有防署及び有防出張所が設置されている地区を考える。現場ゾーン番号と行政地区名とを対照して示すと次の10地区である。

表-1 救急輸送車配置地区及び配置候補地区

	既配置地区				新たな配置候補地区					
現場ゾーン番号	4	37	44	74	1	18	25	43	55	85
行政地区名	幕別	池田	茂岩	浦幌	礼内	糠内	高島	豊頃	大津	厚内

各現場ゾーンについては、救急輸送車配置地区からの時間距離及び病院への到達時間距離によって、医療機関へのアクセス特性が表わされる。医療機関へのアクセス特性を表わす時間距離を病院到着平均時間と名づける。病院到着平均時間は、救急輸送車が配置されている地点から現場を経て患者を医療施設へ搬送するまでの各現場ゾー

ン毎の平均所要時間である。これを t_{ij} で表わすと、次のような各段階に分けられる。



すなわち、記号で表わすと $t_{ij} = t_1 + t_{1j1} + t_2 + t_{1j2}$ である。ここで t_1 , t_2 については、対象地域の昭和50年度救急出動記録より、 $t_1 = 3$ 分、 $t_2 = 6$ 分とした。 t_{1j1} と t_{1j2} については次のように算出した。まず、先の出動記録より救急輸送車の平均走行速度を求めた。次に、各救急輸送車配置地区から各現場ゾーンまで、及び各現場ゾーンから医療施設までの平均走行距離を求めた。これには、1車線(中員3M)以上の中員、車線数を持つ自動車道を対象とし、医療施設については図-1に示す各地区の医療施設のうち現場より最も近い地区の医療施設へ搬送するものとした。このようにして算出した t_{ij} の値の一部を表-2に示す。

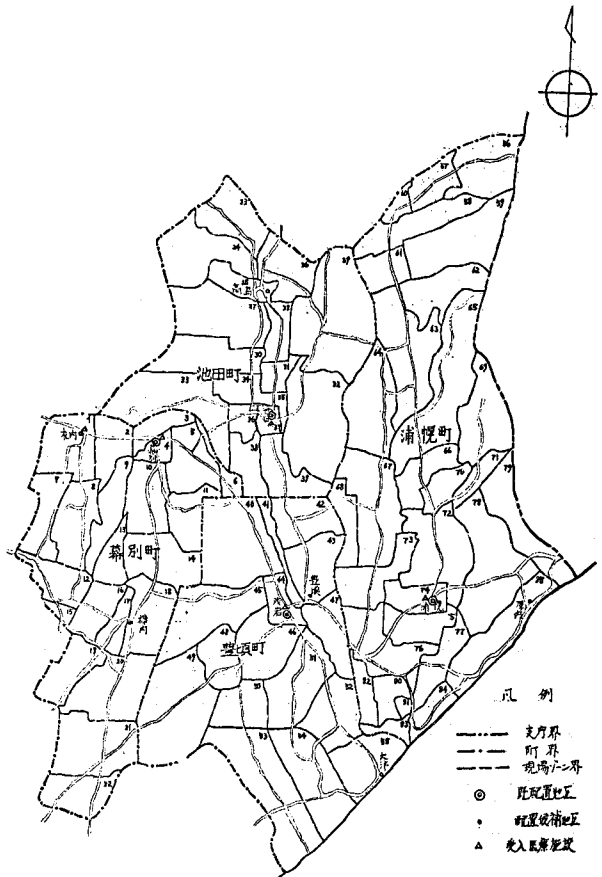


図-1 対象地域ゾーン区分図

図-1に示す各地区の医療施設のうち現場より最も近い地区の医療施設へ搬送するものとした。このようにして算出した t_{ij} の値の一部を表-2に示す。

表-2 病院到着平均時間(t_{ij} 値) 配置地区名と現場ゾーンとの対照 (一部掲載)

配置地区名 \ 現場ゾーン番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
幕別	19.8	19.0	13.7	12.1	14.8	23.9	35.2	31.9	28.9	17.1	22.0	42.3	34.7	29.7	49.1	49.2	42.9	40.9	59.4	58.8
池田	29.9	29.1	23.8	20.7	20.8	30.0	45.3	42.1	39.0	27.2	28.0	52.5	44.9	39.9	59.3	70.2	63.9	61.9	80.4	73.8
茂岩	39.4	38.6	33.3	30.2	27.9	29.1	54.7	51.6	48.5	36.7	31.8	54.2	45.6	40.6	59.2	55.9	52.2	46.4	63.9	62.8
浦幌	58.4	57.7	52.3	49.2	46.9	48.1	73.8	70.6	67.5	55.7	50.8	73.2	64.6	57.7	78.1	74.9	71.2	65.4	82.9	81.8

(単位:分)

本研究の問題を線形計画法を用いて次のように定式化した。

(制約条件式) ;

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} \geq A_j, \quad \sum_{j=1}^n X_{ij} \leq B_i, \quad X_{ij} \geq 0$$

(目的関数) ;

$$Z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n X_{ij} t_{ij} \rightarrow \min.$$

ただし、

i ; (1, 2, ..., n) 救急車配置地区番号

j ; (1, 2, ..., 85) 現場ゾーン番号

A_j ; j 現場ゾーンの救急患者発生確率

B_i ; i 救急車の出動可能回数

X_{ij} : i 救急車の j 現場ゾーンに対する出勤割り当て回数

t_{ij} : 病院到着平均時間

目的関数を最小にする X_{ij} とその時の Z 値を求め計算を行なったが、次のようにケース分けをして求めた。救急輸送車を1台増車する場合と2台増車する場合を考え、1台増車の場合には、先に示した6か所の配置候補地区(丸内、糠内、高島、豊頃、大津、厚内)のうち1か所ずつとり出して、各々の場合について Z 値を求めた。2台増車の場合にも同様にもか所の配置候補地区の中から2か所ずつとり、各々の場合について Z 値を求めた。最後に参考として6台増車(6配置候補地区すべてに配置)の場合についても Z 値を求めた。

3. 評価基準の導入と解析結果

解析にあたっては、地域サービスの効率性を主たる評価基準とする場合と公平性を主たる評価基準とする場合との2つのケースに分けて配置の検討を行なった。

(1) 効率性を優先する場合

効率性を重視する場合には、全体的な搬送所要時間の総和を減少させる救急車配置を考えるであろう。その意味において、効率性の評価基準として、搬送1件当たりの t_{ij} の平均値 (MEAN t_{ij}) をとり、この MEAN t_{ij} の値の小さい候補地が配置の効果が大きいと言える。これによって配置の優先順位をつけた結果を表-3に示した。MEAN t_{ij} の値は、先に求めておいた Z 値を全件数で除して求められる。なお、表-3中で N は救急輸送車の増車台数であり、配置ゾーンが全地区の場合とは、6か所の配置候補地区すべてに配置するとした場合である。

表-3 効率性優先の場合の配置案

		優先順位					
		1位		2位		3位	
N	配置ゾーン	MEAN t_{ij}	配置ゾーン	MEAN t_{ij}	配置ゾーン	MEAN t_{ij}	
0		24分56秒					
1	丸内	23分56秒	高島	24分6秒	大津	24分23秒	
2	丸内, 高島	23分6秒	丸内, 大津	23分23秒	丸内, 厚内	23分28秒	
6	全地区	21分32秒					

なお、表-3中で N は救急輸送車の増車台数であり、配置ゾーンが全地区の場合とは、6か所の配置候補地区すべてに配置するとした場合である。

(2) 公平性を優先する場合

公平性を重視する場合には、全体的に多少ロスが生じても搬送時間のゾーン間の格差を縮めようとするのが妥当であろう。その意味から、公平性の評価基準として、病院到着平均時間 t_{ij} の最大値 (MAX t_{ij}) をとり、 t_{ij} の値を小さくする候補地から順に優先順位をつけた。MAX t_{ij} の値が等しい場合には、MEAN t_{ij} によって順位を決定した。表-4にその結果を示す。表-4では、1位と2位について掲げた。なお、増車に伴う MAX t_{ij} の減少効果の内容を詳しく説明するために、 t_{ij} の値が比較的大きいゾーンについてカテゴリ分類し、増車による減少の様子を合わせ示した。

表-4 公平性優先の場合の配置案

		優先順位									
		1位					2位				
N	配置ゾーン	MAX t_{ij}	t_{ij} 値が各カテゴリに含まれるゾーン数					MEAN t_{ij}	配置ゾーン	MAX t_{ij}	MEAN t_{ij}
			40分~50分	50分~60分	60分~70分	70分~80分	80分~90分	90分~			
0		1時間51分	12	9	1	3	2	3	24分56秒		
1	高島	1時間42分	13	7	3	3	2	1	24分6秒	丸内	1時間51分, 23分56秒
2	丸内, 高島	1時間42分	12	7	3	3	2	1	23分6秒	大津, 高島	1時間42分, 23分33秒
6	全地区	1時間42分	8	5	2	2	2	1	21分32秒		

また、表-3及び表-4において、増車による時間短縮の効果 (MEAN t_{ij} の減少効果) について見ると、最大可能増車 ($N=6$ 台) の場合に対する2台増車の場合の MEAN t_{ij} の時間短縮の割合は55%となり、2台増車までが妥当と思われる。

4. 救急輸送車最適配置案

本研究では、公平性を優先した表-4を救急輸送車最適配置案とする。従来、このような配置問題を考える際には効率性に主眼をおく方向がとられがちである。しかしながら、対象とした過疎地域においては前述のように、広大な地域を数少ない救急輸送車でカバーしなければならない。確かに、このような過疎地域においても自家用車が普及し、その保有率が高まって来ている。しかし、依然として交通弱者が存在し、また自家用車があっても運転者が不在、病気のため緊急に役立たない場合もあり、救急輸送車の役割の重要性は変わらない。また、如何なる住民も平等に地域医療サービスを受ける権利を有するものであることから、搬送時間の面での地域サービスの格差はできるだけ縮小されなければならない。

以上の点から、救急輸送車1台増車の場合の最適増車候補地区は高島、同じく2台増車の場合は丸内及び高島となった。2台増車の最適配置案について各救急輸送車の分担区域を示したのが図-2である。

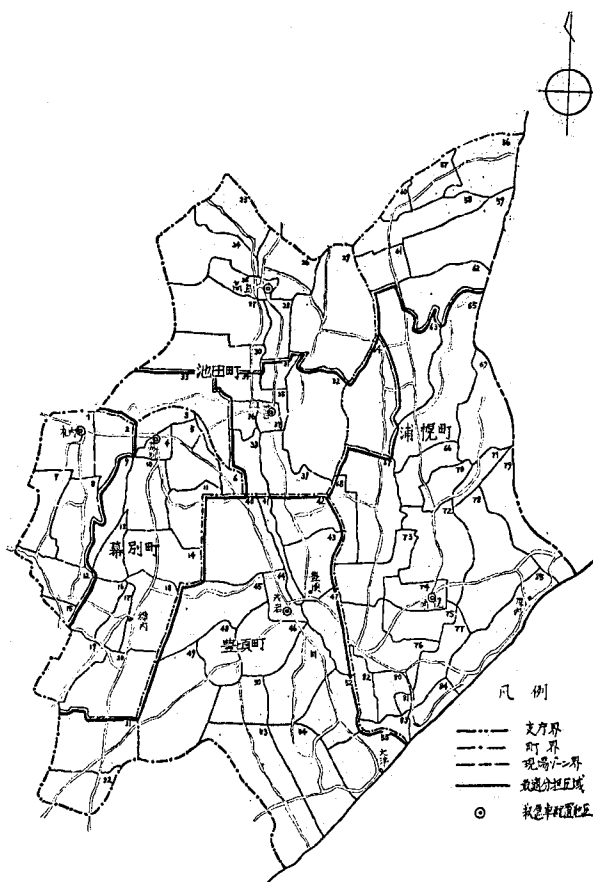


図-2 救急輸送車最適配置と分担区域

5. おわりに

本研究は、限られた対象地域について救急輸送車の配置問題を扱ったが、問題の解析方法は他の過疎地域においても適用できるものと思われる。今後の課題としては、例えば、搬送時間を病院到着平均時間というように各現場ゾーン毎の平均値で代表させたことのため、平均的な現象を示すものとなり実際の偏りのある現象について考慮が若干不足したこと、配置候補地区選定には、実現可能性を見込んで消防署出張所クラスまでを対象としたが、このため地域内に多少偏った選定となったこと等が考えられる。

最後に、本研究を進むにあたり、有益な御助言をいただいた北海道大学交通計画学研究所の佐藤馨一助手に深く謝意を表わすとともに、貴重な資料を提供して下さいました関係各町役場及び各消防署の方々に厚くお礼申し上げます。