

航空機事故発生時におけるドクターヘリの有効性評価

Risk evaluation for transportation plan of the injured by medical helicopter in an airplane accident

前田 大輔*, 小池 則満**, 井上保介***, 野口宏****

Daisuke Maeda, Norimitsu Koike, Yasusuke Inoue, Hiroshi Noguchi

* ジェイアール東海コンサルタンツ株式会社,

本社 (〒450-0002 名古屋市市中村区名駅五丁目 33 番 10 号アクアタウン納屋橋)

** 博(工), 愛知工業大学准教授, 工学部都市環境学科 (〒470-0392 愛知県豊田市八草町八千草 1247)

***医博, 愛知医科大学准教授, 高度救命救急センター (〒480-1195 愛知県愛知郡長久手町大字岩作字雁又 21)

****医博, 愛知医科大学教授, 高度救命救急センター (〒480-1195 愛知県愛知郡長久手町大字岩作字雁又 21)

In a serious accident such as an airplane accident, there is a fear of a great number of injured people. It will be impossible to transport quickly by ambulances only. To solve the problem, medical helicopters are necessary in giving high quality treatment early. However, in Japan, medical helicopters have not been able to participate in emergency drills. Our developed model is based on “the Golden Hour Principle” which is a lifesaving probability curve, and can calculate risk of death. Risk of death is defined as a multiplication the average of people’s death probability and the accident incidence rate which is announced by the IATA. As a result of simulation of 16 airports in Japan, adding medical helicopters can reduce risk of death by 20% in best cases, and it is a more effective method than increasing ambulances in 8 out of 16 airports. Therefore, for airport in which medical helicopter have been deemed necessary by the simulation model, it is essential to place medical helicopters in airport emergency planning.

IATA: International Air Transport Association

Key Words: medical helicopter, airplane accident, transportation plan of the injured

キーワード: ドクターヘリコプター, 航空機事故, 傷病者搬送計画

1. はじめに

近年、大規模な航空機事故の発生数は国際的には年々低下していると言われている¹⁾。その一方で、空港の規模や利用客数は増加傾向にあり²⁾、潜在的な航空機事故発生の可能性も増加傾向にあると言える。航空機事故は、いったん発生すると大惨事に発展する可能性があり、初期救援活動はきわめて困難である。また、航空機事故のほぼ4割は離着陸時に発生しており、空港及びその周辺における消火、救援体制の確立がきわめて重要である³⁾。

航空機事故のように同時に多数の傷病者が発生する災害を、医学分野では特に「集団災害」と呼んでいる。集団災害発生時において最も留意すべき点は、集中治療により救命可能な最重症例に対していかにして平時と同等の医療活動を行うかである。多数傷病者には、個々の病院ではなく、多数の医療機関が組織的に対応すべきであ

り、被災地とこれを救援する後方地域を対比した全体構図を認識し、各施設がその役割を自覚することが重要とされている⁴⁾。これを実現するためには、広域的に、かつ迅速に傷病者を搬送するシステムが必要である。

しかし、救急車のみでの搬送では、台数が限られることによる輸送力の問題や、近隣の医療機関への搬送が集中することによって医療機関に混乱が生じ、初期治療を受ける時間が遅れるなどの問題が発生することが考えられる。そこで、期待されるのが救急医療専用ヘリコプター、いわゆるドクターヘリである。ドクターヘリは、道路渋滞の影響がない、遠方の医療機関に迅速に搬送できる、搬送中に適切な治療が受けられる、などの特徴があり、近隣の医療機関の負担を軽減すると共に、傷病者への高い救命効果が期待できると考えられる。

国内の空港での航空機事故を想定したドクターヘリ運用訓練などはほとんど行われておらず、実際の運用事例

もない。航空機事故におけるドクターヘリの運用促進のためには、航空機事故に対するドクターヘリ運用の有効性を知ることが重要であると考えられる。

そこで本研究の流れを図-1に示す。まず、ドクターヘリの拠点となる医療機関から、ドクターヘリの一般的な運用範囲とされる半径約50kmの範囲にある空港を調査対象としてピックアップする。次に、災害シナリオ・搬送条件を設定し、救命率の時間との関連性を示すカーラー救命曲線を参考にしたリスク指標を提示し、各搬送条件における傷病者の搬送時の死亡に対するリスクを算出する。また、全傷病者の死亡率から、事故1件に対するリスク及び空港に対するリスクを算出し、搬送条件ごとに比較することにより、ドクターヘリによるリスク低減効果を検証・考察する。その結果より、ドクターヘリの有効性を示すとともに、今後の航空機事故に対する提案を行うこととする。

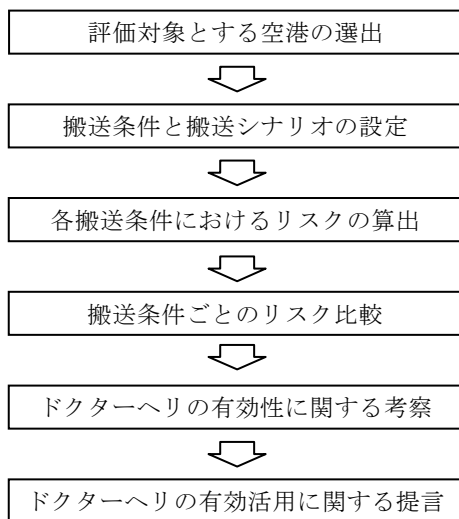


図-1 研究の流れ

2. 搬送条件とシナリオの設定

2.1 対象とする空港について

本研究では、ドクターヘリの拠点となる医療機関から、ドクターヘリの一般的な運用範囲とされる半径約50kmまでに存在する空港を評価対象とし、以下に挙げる16空港について、リスク評価を行う。なお、第一種～第三種とは旧空港整備法における空港分類である。

[第一種空港]

成田国際空港・東京国際空港・中部国際空港・大阪国際空港・関西国際空港

[第二種空港]

新千歳空港・仙台空港・広島空港・高松空港・福岡空港・長崎空港

[第三種空港]

福島空港・松本空港・神戸空港・岡山空港・佐賀空港

2.2 搬送条件

各空港の航空機事故発生時の傷病者搬送に関するリスクを計算するにあたり、以下に示す搬送条件を設定する。想定する搬送条件は、現行の救急車のみによる搬送〔搬送条件Ⅰ〕に加え、ドクターヘリが参加した場合〔搬送条件Ⅱ〕、さらに消防防災ヘリも加わった場合〔搬送条件Ⅲ〕、ヘリは参加せず救急車台数を増やした場合〔搬送条件Ⅳ〕を想定する。これにより、ドクターヘリによるリスク低減効果が、各空港の立地条件や利用状況にどのように影響されるのかを検証し、特にドクターヘリが有効と考えられる条件について考察する。

〔搬送条件Ⅰ〕 救急車のみによる搬送

〔搬送条件Ⅱ〕 救急車+ドクターヘリによる搬送

〔搬送条件Ⅲ〕 救急車+ドクターヘリ+消防防災ヘリによる搬送

〔搬送条件Ⅳ〕 空港直近の消防署の救急車を1台増やした場合の救急車のみによる搬送

2.3 シナリオ設定

想定する傷病者の人数をICAO空港業務マニュアル⁵⁾に基づき、以下の式(1)によって算出し、傷病者全員の搬送に必要なだけの消防・医療機関の選出と、各機関から空港までの距離を導き出す。これにより、傷病者ごとに事故発生から搬送開始までにかかる時間及び搬送開始から医療機関到着までにかかる時間を算出する。

$$n = P \times I_a \times I_b \quad \dots (1)$$

ここで、

n : 事故1件の想定傷病者数 [人/件]

P : フライト1件の平均乗客数 [人/件]²⁾

I_a : 負傷率 (=25%)⁵⁾

I_b : 重・中等傷者率 (=50%)⁵⁾

3. リスク算出方法

3.1 リスク計算手順

各空港に対するリスクは、図-2に示すような手順で計算する。

まず、事故発生と同時に空港周辺の救急隊が空港に駆けつけ、救出された重傷の傷病者を次々と周辺の医療機関へ搬送するものとする。傷病者ひとりひとりの搬送終了時点で救命を果たせない確率、すなわち死亡率を搬送に要する時間から計算し、これを傷病者1人に対するリスクとする。

次に、事故1件で発生する全傷病者の死亡率を平均して、事故1件での死者発生率とし、これを事故1件に対するリスクとする。

最後に、事故1件に対するリスクと各空港の年間事故

発生確率から、各空港の着陸時の事故による年間死者発生数を計算し、これを各空港に対するリスクとする。

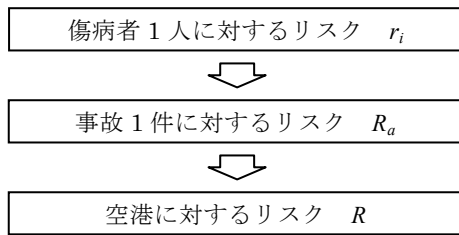


図-2 リスク算出手順

3.2 傷病者 1 人に対するリスク

各搬送シナリオに基づき、搬送手段及び搬送所要時間を算出する。次に、傷病者ごとに医療機関到着時点での死亡率を算出し、これを傷病者 1 人に対するリスクとする。重傷者の救命には迅速な治療が行われなくてはならないのは論を待たないが、その結果には、受傷の状況や傷病者それぞれの既往歴等の要因が複雑に絡むため、疫学的根拠による評価式の設定は難しいのが現状である。

そこで本研究では、重傷者の時間経過と死亡率の関連性を示した目安のひとつであるカーラー救命曲線⁹⁾を参考に、以下の式 (2) を提案する。

$$r_i = d_{i1} + (1 - \alpha) \times (d_{i2} - d_{i1}) \quad \dots (2)$$

ここで、

r_i : 傷病者 1 人に対するリスク [%]

d_{i1} : カーラー救命曲線による搬送開始時点の死亡率 [%]

d_{i2} : カーラー救命曲線による搬送終了時点の死亡率 [%]

α : 搬送手段による死亡率低減係数

(救急車・防災ヘリ : 0.5 ドクターヘリ : 0.9)

式中の d_{i1} 及び d_{i2} は、カーラー救命曲線の多量出血時の死亡率曲線における、当該時点での死亡率である。このとき、搬送開始時刻及び搬送終了時刻は、事故発生時を 0 分とし、そこからの経過時間によって計算する。

救急隊については、初動として空港近隣の 3 隊が出勤し、その初動隊が現着し応援要請をだして傷病者全員を搬送するための必要な数が周辺地域より出勤することとした。救急隊の走行速度は 30km/h、ヘリコプターについては 200km/h で飛行すると設定して到着時間、搬送時間を算出した。また、収容する医療機関については、救急隊は近隣の医療機関から順に、ドクターヘリは、運航拠点となっている医療機関へ搬送することとした。医療機関の収容可能人数は最大 6 名とした。ほかの医療機関への転院搬送については、ないものと仮定した。

式中の α は、各搬送機関での搬送中に受けられる初期治療及び応急処置の処置レベルによって、搬送中の傷病

者の死亡率低減効果が異なることを表す。本研究では、救急車及び消防防災ヘリでは死亡率が無処置の場合の 50%、ドクターヘリでは 90% 低減されるものとする。これは、救急車及び消防防災ヘリでは救急救命士等による処置程度しか受けられないのに対し、ドクターヘリでは医師による高度な治療が受けられることを表すためである。また、医療機関に到着した時点で死亡率の上昇が食い止められるものとし、本研究における傷病者 1 人に対するリスクは、医療機関到着時点の死亡率とする。

この評価式の特徴は、カーラー救命曲線という救急医学分野で一般的に紹介されている概念を基本としつつ、搬送中に施される治療レベルを係数化することとで、複数の搬送活動の代替案を相対的に評価する点である。一方で、傷病種別や災害の状況を十分に絞り込み、疫学的に死亡率を検証した式ではないので、個々の傷病者の死亡率予測を可能とするものではないことに注意する必要がある。

3.3 事故 1 件に対するリスク

全傷病者の医療機関到着時点での死亡率を平均することによって、航空機事故 1 件当たりで発生する傷病者のうち、最終的に死亡する傷病者の割合とし、これを事故 1 件に対するリスクとする。

事故 1 件に対するリスク R_a は、以下の式 (3) によって算出する。

$$R_a = \sum_{i=1}^n r_i / n \quad \dots (3)$$

ここで、

R_a : 事故 1 件に対するリスク [%]

r_i : 傷病者 1 人に対するリスク [%]

n : 事故 1 件の想定傷病者数 [人/件]

3.4 空港に対するリスク

事故 1 件あたりの想定傷病者数 n と事故 1 件あたりの死者の発生割合である R_a をかけ、事故 1 件あたりの死者発生数とする。これに、各空港の年間航空機事故発生確率 β をかけることで、各空港の航空機事故による年間死者発生数を算出し、空港に対するリスクとする。

各空港の年間事故発生確率 β は、IATA¹⁾ の調査結果に基づき、フライト 1,000,000 回につき 0.65 回の確率で重大な事故が発生するものとし、以下の式 (4) によって計算する。

$$\beta = L \times A_p \quad \dots (4)$$

ここで、

β : 年間航空機事故発生確率 [件/年]

L : 年間着陸回数 [回/年]²⁾

A_p : 事故発生確率 [件/回] (=0.65/1,000,000)¹⁾

各空港に対するリスク R は、以下の式 (5) によって算出する。

$$R = n \times R_a \times \beta \quad \dots (5)$$

ここで、

R : 空港に対するリスク [人/年]

n : 事故 1 件の想定傷病者数 [人/件]

R_a : 事故 1 件に対するリスク [%]

β : 年間航空機事故発生確率 [件/年]

4. リスク計算結果と比較

4.1 リスク計算結果

搬送条件 I (救急車のみによる搬送) における、各空港に対するリスク R と、その計算過程に用いた数値 n 、 R_a 、 β を表-1 に示す。また、表-1 に示す各値の平均値を表-2 に示す。但し、表-2 の R の値は、 n 、 R_a 、 β の平均値による計算結果ではなく、全空港の R の平均を示す。一般的には、傷病者数が多いほど全傷病者の搬送完了までに時間がかかり、全体の死亡率は上がると考えられる。しかし表-1 を見ると、事故 1 件の想定傷病者数 n に対して事故 1 件に対するリスク R_a は比例関係にないことが分かる。ここで、各搬送条件における各空港の事故 1 件に対するリスク R_a を表-3 に、各空港に対するリスク R を表-4 に示す。本研究では、ドクターヘリ運用によるリスク低減効果を検証するため、各搬送条件における各空港の事故 1 件に対するリスク R_a を比較することにより、最終的に空港に対するリスク R を低減するための方法について、考察及び提言を行う。

表-1 リスク計算結果 (搬送条件 I)

空港	n (人/件)	R_a (%)	β (件/年)	R (人/年)
第一種				
成田国際空港	19	64%	0.062	0.75
東京国際空港	25	51%	0.105	1.34
中部国際空港	13	61%	0.035	0.28
大阪国際空港	16	20%	0.043	0.14
関西国際空港	18	74%	0.038	0.51
第二種				
新千歳空港	22	69%	0.034	0.52
仙台空港	9	46%	0.016	0.07
広島空港	19	81%	0.007	0.11
高松空港	13	45%	0.005	0.03
福岡空港	17	23%	0.045	0.18
長崎空港	7	26%	0.015	0.03
第三種				
福島空港	7	47%	0.003	0.01
松本空港	2	8%	0.003	0.00
神戸空港	16	53%	0.006	0.05
岡山空港	17	78%	0.004	0.05
佐賀空港	4	42%	0.003	0.01

表-2 対象とする全空港における各値の平均

	n (人/件)	R_a (%)	β (件/年)	R (人/年)
平均	14	49%	0.027	0.26

表-3 各空港の事故 1 件に対するリスク R_a

空港	事故1件に対するリスク R_a			
	条件 I	条件 II	条件 III	条件 IV
第一種				
成田国際空港	64%	55%	48%	58%
東京国際空港	51%	44%	42%	47%
中部国際空港	61%	43%	38%	49%
大阪国際空港	20%	20%	20%	17%
関西国際空港	74%	64%	58%	67%
第二種				
新千歳空港	69%	62%	60%	62%
仙台空港	46%	46%	44%	39%
広島空港	81%	78%	73%	75%
高松空港	45%	37%	34%	39%
福岡空港	23%	20%	19%	20%
長崎空港	26%	22%	5%	11%
第三種				
福島空港	47%	35%	32%	38%
松本空港	8%	8%	8%	8%
神戸空港	53%	46%	43%	46%
岡山空港	78%	67%	60%	71%
佐賀空港	42%	22%	22%	38%

表-4 各空港に対するリスク R

空港	空港に対するリスク R			
	条件 I	条件 II	条件 III	条件 IV
第一種				
成田国際空港	0.75	0.65	0.57	0.68
東京国際空港	1.34	1.16	1.10	1.23
中部国際空港	0.28	0.20	0.17	0.22
大阪国際空港	0.14	0.14	0.14	0.12
関西国際空港	0.51	0.44	0.40	0.46
第二種				
新千歳空港	0.52	0.46	0.45	0.46
仙台空港	0.07	0.07	0.06	0.06
広島空港	0.11	0.10	0.10	0.10
高松空港	0.03	0.02	0.02	0.03
福岡空港	0.18	0.15	0.15	0.15
長崎空港	0.03	0.02	0.01	0.01
第三種				
福島空港	0.01	0.01	0.01	0.01
松本空港	0.00	0.00	0.00	0.00
神戸空港	0.05	0.04	0.04	0.04
岡山空港	0.05	0.05	0.04	0.05
佐賀空港	0.01	0.00	0.00	0.00

4.2 リスク比較

まず、各搬送条件におけるリスク R_a と R を比較すると、どちらも搬送条件 I に比べて搬送条件 II ~ IV ではリスク

が低減されていることが分かる。しかし、各空港における搬送条件ごとのリスク低減度は一様ではなく、空港ごとの立地条件や利用状況によって、リスク低減効果に差異が生じるものと考えられる。

各搬送条件における各空港の事故1件に対するリスク R_a を比較すると、図-3 のようになる。図-3 のグラフ内の各線は、各搬送条件におけるリスクの平均値である。

グラフを見ると、搬送条件Ⅱ～Ⅳはそれぞれ搬送条件Ⅰに比べてリスクを大きく低減できることが分かる。平均で見ると、搬送条件Ⅱと搬送条件Ⅳはほぼ同等の低減度を示し、搬送条件Ⅲは各搬送条件の中で最も高いリスク低減度を示している。各搬送条件によるリスク低減度を、表-5 に示す。

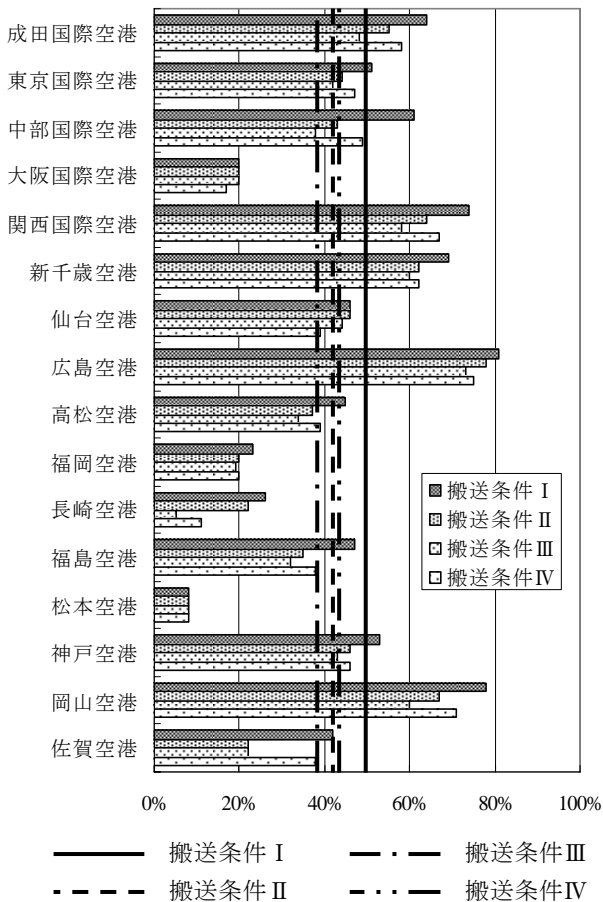


図-3 各空港の事故1件に対するリスク R_a の比較

表-5 R_a における各搬送条件によるリスク低減度

	平均リスク (R_a)	平均リスク低減度
搬送条件Ⅰ	49%	—
搬送条件Ⅱ	42%	7%
搬送条件Ⅲ	38%	11%
搬送条件Ⅳ	43%	6%

平均的に見れば搬送条件Ⅲによるリスク低減度が最も高いことが分かる。

次に、空港ごとの各搬送条件によるリスク低減効果を比較すると、表-6 のようになる。表-6 では、ドクターヘリ及び消防防災ヘリによる空路搬送と、救急車による陸路搬送を強化した場合とを比較し、どのような立地条件では現行の陸路搬送を強化するよりも、空路搬送の方が有効となるかを検証する。そこで、搬送条件Ⅱ及びⅢと搬送条件Ⅳを比較して、搬送条件Ⅱ及びⅢのリスク低減効果が高い場合に、該当枠にマーキングを施した。また、搬送条件Ⅱ及びⅢよりも搬送条件Ⅳのリスク低減効果が高い場合にも、該当枠にマーキングを施した。

これによると、搬送条件Ⅱは16空港中8空港で搬送条件Ⅳよりもリスク低減度が高く、最大では佐賀空港で20%のリスク低減度が得られた。条件Ⅲは16空港中13空港で搬送条件Ⅳよりもリスク低減度が高く、最大では中部国際空港で23%のリスク低減度が得られた。

表-6 R_a におけるリスク低減度の比較

空港	リスク低限度 (R_a)		
	条件Ⅱ	条件Ⅲ	条件Ⅳ
第一種			
成田国際空港	-9%	-16%	-6%
東京国際空港	-7%	-9%	-4%
中部国際空港	-18%	-23%	-12%
大阪国際空港	0%	0%	-3%
関西国際空港	-10%	-16%	-7%
第二種			
新千歳空港	-7%	-9%	-7%
仙台空港	0%	-2%	-7%
広島空港	-3%	-8%	-6%
高松空港	-8%	-11%	-6%
福岡空港	-3%	-4%	-3%
長崎空港	-4%	-21%	-15%
第三種			
福島空港	-12%	-15%	-9%
松本空港	0%	0%	0%
神戸空港	-7%	-10%	-7%
岡山空港	-11%	-18%	-7%
佐賀空港	-20%	-20%	-4%

この結果から、ほとんどの空港ではドクターヘリと消防防災ヘリが連携することにより、高いリスク低減効果が得られることが分かる。また、表-5では平均的に同等のリスク効果が得られると示された搬送条件Ⅱと搬送条件Ⅳでも、空港ごとに比較すると、搬送条件Ⅱの方が高いリスク低減効果が得られるケースが多いことがわかる。

この結果は、搬送条件Ⅳ（空港直近の消防署の救急車を1台増やした場合の救急車のみによる搬送）は、各空港において安定してリスク低減効果が得られるが、搬送条件Ⅱ（救急車+ドクターヘリによる搬送）は、空港の立地条件等によっては、あまりリスク低減効果が得られない場合と、特に高いリスク低減効果が得られる場合が

あることを示している。

以上のことから、空港での航空機事故における傷病者搬送計画には、ドクターヘリや消防防災ヘリといった空路搬送手段が有効であると言える。また、これらの搬送手段を整備するにあたり、どのような空港から優先的に整備すべきかを考察するために、各空港のリスク R におけるリスク低減度の比較結果を、表-7 に示す。これを見ると、第二種及び第三種空港では、各搬送条件によるリスク低減度は低く、ほとんどの空港で 0.05 ポイント以下となっている。これは、着陸回数が少ないために航空機事故そのものへのリスクが小さくなっているためである。それに対して、第一種空港におけるリスク低減度は高く、最大で 0.24 ポイントを示している。

このことから、第一種空港や特に大規模な空港に対する対策が優先的に行われるべきであると言える。

表-7 R におけるリスク低減度の比較

空港	リスク低限度 (R)		
	条件II	条件III	条件IV
第一種			
成田国際空港	-0.10	-0.18	-0.07
東京国際空港	-0.18	-0.24	-0.11
中部国際空港	-0.08	-0.11	-0.06
大阪国際空港	0.00	0.00	-0.02
関西国際空港	-0.07	-0.11	-0.05
第二種			
新千歳空港	-0.06	-0.07	-0.06
仙台空港	0.00	-0.01	-0.01
広島空港	-0.01	-0.01	-0.01
高松空港	-0.01	-0.01	0.00
福岡空港	-0.03	-0.03	-0.03
長崎空港	-0.01	-0.02	-0.02
第三種			
福島空港	0.00	0.00	0.00
松本空港	0.00	0.00	0.00
神戸空港	-0.01	-0.01	-0.01
岡山空港	0.00	-0.01	0.00
佐賀空港	-0.01	-0.01	-0.01

5. 考察

以上の結果より、半数近くの空港ではドクターヘリの活用によって、現行よりも航空機事故発生時における傷病者搬送にかかるリスクを低減できると考えられる。しかし、同じ搬送条件でも各空港におけるリスク低減度には差異があり、ドクターヘリ等をどのような場合で活用することが最も効果的かを知る必要がある。

ドクターヘリの参加する搬送条件IIのほうが救急隊を増やす搬送条件IVよりも有効である空港が多かった要因としては、①多くの空港が空港島や都市郊外にあり、近隣の消防及び医療機関が充実していないこと②近隣の消防機関の数が少ないために、遠方の消防機関に出勤要請

せざるを得ず、救急車の現場到着が遅くなること③医療機関が遠いために傷病者の分散搬送が困難であること、が挙げられる。具体的には、表-6 の第一種空港において、大阪国際空港のみヘリコプター搬送の効果がみられない結果となっている。大阪国際空港では半径 5km 以内に 10 カ所の消防署・出張所があるが、郊外にある成田国際空港、沖合にある東京国際空港、海上空港である関西国際空港、中部国際空港では 10km 以上離れた場所からの救急隊の応援を要請しなくては、同程度の数を確保するのは困難であった。このような場合には、ドクターヘリの①現場到着までの時間が短く、初期治療開始時間が早くなる②搬送中に傷病者に対して治療を行うことができる③遠方の医療機関に搬送することにより、事故現場近隣の医療機関の負担を軽減する、という特性が活かされ、高いリスク低減効果が得られるものと考えられる。

また、消防防災ヘリの活動拠点としている空港も多く、このような場合には消防防災ヘリによる迅速な搬送の開始が可能である。空港での航空機事故発生に対して消防防災ヘリが情報収集のための飛行のみならず傷病者搬送に対しても素早く機能できるように備えることが必要と考えられる。

6. まとめと今後の課題

空港での航空機事故における傷病者搬送を評価する方法を提案するとともに、ヘリコプター搬送の有効性について論じることができた。今後は、近隣医療機関の混雑緩和と効果も含めた医療活動全体の評価や、それに関連して空港周辺の道路計画へどのように反映させるのか、といったことが課題として考えられる。

[謝辞] 本研究は、文部科学省科学研究費補助金（課題番号 19790379）による成果の一部である。また、本研究遂行にあたり、多くの方から助言等をいただいた。記して感謝の意を表す次第である。

参考文献

- 1) IATA 国際航空運送協会ホームページ
<http://www.iata.org/pressroom/pr/2007-04-16-01>
- 2) 国土交通省 航空局ホームページ, 平成 18 年空港管理状況調査
http://www.mlit.go.jp/koku/04_outline/10_data/index.html
- 3) 鶴飼卓, 高橋有二, 青野充: 事例から学ぶ災害医療—「進化する災害」に対処するために, 南江堂, pp9-10, 1995
- 4) 吉岡敏治: 集団災害医療マニュアル 阪神・淡路大震災に学ぶ新しい集団災害への対応, へるす出版, pp13, 2000
- 5) ICAO: 空港業務マニュアル 第 7 部—空港緊急事態計画作業, pp59-60, 1980.
- 6) 東京消防庁ホームページ
<http://www.tfd.metro.tokyo.jp/lfe/kyuu-adv/joukyu/oukyu-01.htm>

(2008 年 8 月 22 日 受付)