【報 告】

# 静岡県東部ドクターヘリ活動からみた減圧障害患者対応の現状

卯津羅 雅彦
順天堂大学医学部附属静岡病院救急診療科

伊豆半島で発生し，ドクターヘリにて対応した減圧障害患者の現状を報告する。2004年4月から2011年3月までの7年間におけるドクターヘリ出動は3,664件であった。このうち地区消防機関からの要請内容と現場情報から減圧障害が疑われたのは55件（1.5%）で，このうち2件は2名搬送であるため，57名を検討の対象とした。対象の年齢は，44±14（平均±標準偏差）歳で，男性34名，女性24名であった。出動内容は，現場出動が39件，病院間搬送が16件であった。出動に要した平均時間は，119番通報による覚知〜出動が13.2±9.4分，要請〜離陸が10.8±14.0分，離陸〜現地到着が11.7±6.7分，要請〜病院到着は59.6±19.4分であった。発生地区は，沼津市16件で14名，伊東市14件で14名と多かった。患者居住地は，東京都15名，神奈川県14名，埼玉県12名，その他16名であり，関東が多かった。ドクターヘリで搬送できる伊豆半島の医療機関には，第2種高気圧酸素治療装置がないため，主に静岡市または神奈川県伊勢原市の医療機関へ搬送した。減圧障害が疑われる場合，オーバートリアージ容認の配慮のもと，呼吸循環管理下に搬送した。関連機関の連携を強化し，ドクターヘリの機動性を活かしたより迅速な診療システムの確立が重要と考えられた。

キーワード　減圧症，空気塞栓症，動脈ガス塞栓症，ダイビング，潜水

**【Report】**

**Transport of the patients with decompression illness by “doctor-helicopter” in the eastern part of Shizuoka prefecture**

**Abstract**

From April, 2004 to March, 2011, 3,664 emergency mission flights were carried out by “doctor-helicopter” in the eastern part of Shizuoka prefecture. Of these, 55 flights / 57 cases were for probable decompression illness. The mean age of the evacuees was 44 ± 14 year old. The elapsed time from the request for the flights to the arrival at hospitals with recompression treatment chambers was 59.6 ± 19.4 min, which is markedly shorter than for transport by land. Most of the cases were transported to hospitals outside the jurisdiction of the emergency medical care service supplying the “doctor-helicopter” because hospitals inside the jurisdiction were not equipped with a recompression treatment chamber. Thus, flexible management of the “doctor-helicopter” system will provide better outcomes for the treatment of decompression illness in remote areas.
（Note：The “doctor-helicopter” system in Japan, operated by local governments to provide emergency care transport within their jurisdiction, has a physician on-board to look after the patient and take any medical action required. It is not a full medical evacuation system with advanced life support equipment such as found in Medevac helicopters used in other countries.）

keywords　decompression sickness, air embolism, arterial gas embolism, diving, medevac helicopter

順天堂大学医学部附属静岡病院救急診療科　〒410-2295　静岡県伊豆の国市長岡1129
受領日／2011年8月26日　訂正稿受領日／2012年1月29日　受理日／2012年5月16日

## 目　的

静岡県東部ドクターヘリは，静岡県においては2機目のドクターヘリとして2004年3月に運航が開始された。静岡県の東部地区における救急医療および搬送を担当しているが，基地となる順天堂大学医学部附属静岡病院（以下当院）が伊豆半島の付け根近くに位置し，かつ県の最南端に位置する救命救急センターに当たるため，伊豆半島の消防本部または医療機関からの要請が70％近くを占めている。今回，伊豆半島で発生し，現場判断で減圧障害が疑われ，ドクターヘリにて対応した現状を報告する。

## 方　法

2004年4月から2011年3月までの7年間におけるドクターヘリ出動は3,664件で，年度別にみると，2006年以降は年間500件以上の出動があった（**図1**）。このうち地区消防機関からの要請内容と現場情報から減圧障害が疑われたのは55件（1.5%）で，このうち2件の2名搬送を含む57名を検討の対象とし，出動内容，発生市町，患者居住地，搬送先医療機関などを分析した。なお，搬送患者の重症度は，搬送後に入院を必要としない場合を軽症，20日以内の入院を必要とした場合を中等症，21日以上の入院を必要とした場合を重症と分類した。統計学的検定には，t検定または$\chi^2$検定を用い，平均±標準偏差（SD）または合計値で示し，$p<0.05$を有意差ありとした。

## 結　果

年齢は，44±14歳で（最年少16～最高齢81），20～60歳代に多く(**図2**)，男性33名，女性24名であった。出動内容は，現場出動が39件（41名），病院間搬送が16件（16名）であった。年度別にみると，2006年度に18件と多かったが，2007年度以降は年間6～10件であった（**図3**）。

発症機転は，水中での遊泳中11件（11名），緊急浮上27件（29名），浮上中2件（2名），浮上後15件（15名）であり，緊急浮上が約半数を占めていた。現場の情報による分類では，呼吸障害を主症状とした

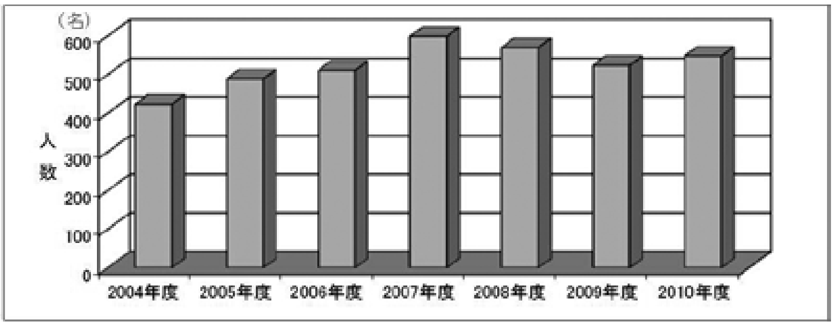


**図1　ドクターヘリの出動件数**

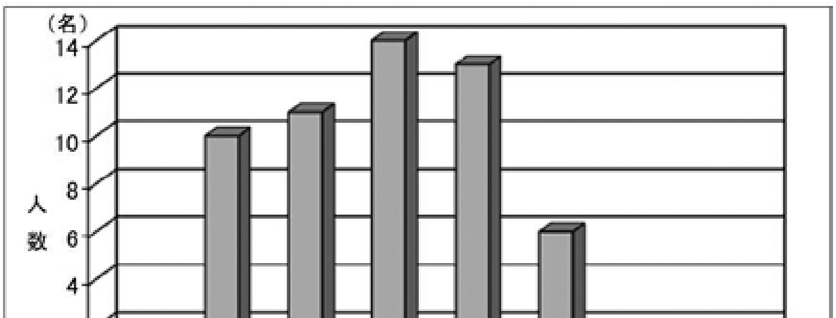


**図2　患者の年齢分布**

呼吸循環型18名，意識障害を主症状とした中枢神経型23名，感覚・運動障害を主症状とした脊髄型7名，呼吸障害と意識障害を併発した動脈ガス塞栓症5名，その他4名であった。トラブルが発生した深度は，18.7±14.6mであった。

出動に要した時間は，要請元消防本部への119番通報による覚知～要請が13.2±9.4分（現場出動のみ），要請～離陸が10.8±14.0分，離陸～現地到着が11.7±6.7分，現地～病院到着が37.1±20.8分であり，要請から病院到着までは計59.6±19.4分を要した。現場搬送群39件と病院間搬送群16件で比較すると，要請～離陸では現場搬送群が6.3±9.6分，病院間搬送群が21.7±16.9分（$p<0.001$）と現場搬送群で短いが，要請～病院到着でみると，現場搬送群が61.8±17.0分，病院間搬送群が54.3±24.0分と両群間に明らかな差はみられなかった（$p=0.1974$）。

要請元消防本部は，沼津市16件，伊東市14件，熱海市5件，西伊豆町5件，下田地区3件，その他11件であり，沼津市と伊東市からの要請が多かった（図4）。患者居住地は，東京都14名，神奈川県14名，埼玉県12名，静岡県10名，千葉県4名，愛知県2名，栃木県1名であり，東京都，神奈川県，埼玉県と関東地区からが多かった（図5）。

フライトドクターが最初に接触した時点で，意識レベルはGlasgow Coma Scaleで13.8±2.7点，平均血圧93.1±23.3mmHg，心拍数90.6±24.8回／分，呼吸数22.6±8.2回／分，体温36.1±0.9℃，経皮的酸素飽和度は96.3±5.4%，使用した酸素流量は9.8±2.8L／分で，うち2例は心肺停止状態であった。

当院が第2種高気圧酸素治療装置を有しないため，搬送先医療機関は，静岡市に位置する静岡済生会総合病院に30件32名，神奈川県伊勢原市に位置する東海大学医学部付属病院に22件22名，神奈川県相模原市に位置する北里大学病院に1件1名で，当院への搬送は2件2名であった。搬送症例の重症度からみると，静岡済生会総合病院に重症7名，中等症19名，

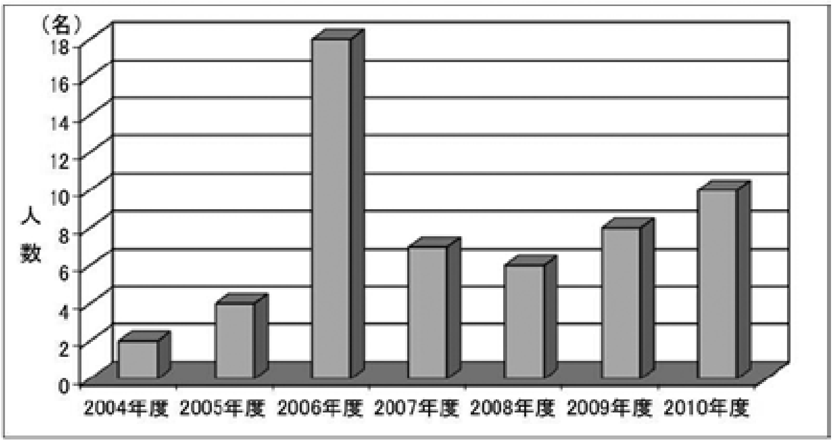


図3　減圧症例の搬送件数

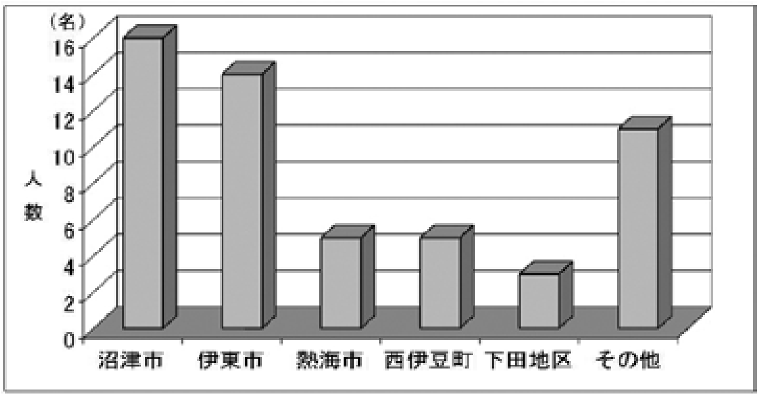


図4　要請元消防本部の地域

軽症6名，東海大学医学部付属病院に重症9名，中等症11名，軽症2名，北里大学病院には中等症1名で，当院には軽症2名であった（**表1**）。

## 考　察

マリンスポーツの1つでもあるスクーバダイビングは，潜水による高気圧環境から大気圧に戻る際に減圧障害を生じる可能性がある。安全に楽しむために，浮上（減圧）速度，安全（減圧）停止の深度と時間，ダイビング後の航空機搭乗などについてのルールが定められている[1)]。これらの基準を順守していても，潜水事故が起こる可能性がゼロになることはないので，救急蘇生法などを含む緊急対応マニュアルの整備や講習が行われている。

実際に，疑診例も含め，減圧障害が発症した場合は，直ちに救急搬送システムを利用し，発症から2時間以内に再圧治療を受けることが推奨されている[2, 3)]。当地区においても，ドクターヘリ要請基準に減圧障害が含まれている。その要請は，消防機関の通信司令課員または救急救命士を含む救急隊員が，受傷機転および入手した情報から減圧障害を疑う場合に行われている。そして，同時にオーバートリアージ容認の方針からドクターヘリが出動する。実際に，潜水深度，回数や時間からだけでは減圧障害の発症を予測することは難しい[4)]が，緊急浮上[5)]，潜水深度6m以上[6)]で，減圧障害を発症するリスクがあることを念頭におき対応することが必要である。

伊豆半島には，10ヵ所以上のダイビングポイントがあり，多くのダイビング愛好家が訪れている。しかし，それらの近くに救急医療機関は少なく，地域の消防本部に救急要請し搬送しても救急車で2時間以上かかることが少なくない。そのためドクターヘリが運航されるまでは早期に再圧治療を開始することが困難であり，減圧障害治療の問題点の1つであった。しかし，2004年3月以降，当院を基地病院としたドクターヘリの配備により，伊豆半島内のどこのポイントで発症しても，救急要請から1時間前後（現場搬送で平均61.8分，病院間搬送で平均54.3分）で伊豆半島外にある専門医療機関への搬送でき，かつ現場近くから医師による呼吸循環管理が開始されるメリットがあり，通常の救急車搬送における治療開始の遅れに対する改善が可能となった。しかし，救急要請から離陸までの時間は現場搬送群が平均6.3分と病院間搬送群の平均21.7分に比較して明らかに短いが，救急要請から病院到着時間でみると，現場搬送群が平均61.8分，病院間搬送群が平均54.3分とその差がなくなっていた。こ

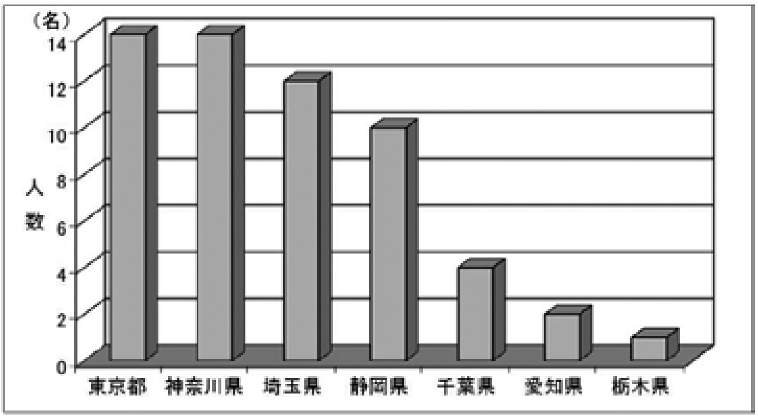


**図5　患者の居住地**

**表1　搬送先医療機関と患者重症度**

| 搬送先 | 静岡済生会病院 | | | 東海大学病院 | | | 北里大学病院 | | | 順天堂大学静岡病院 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 30件32名 | | | 22件22名 | | | 1件1名 | | | 2件2名 | | |
| 重症度 | 軽症 | 中等症 | 重症 | 軽症 | 中等症 | 重症 | 軽症 | 中等症 | 重症 | 軽症 | 中等症 | 重症 |
| 搬送人数 | 6 | 19 | 7 | 2 | 11 | 9 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 |

の要因として，現場での医師による治療時間と搬送時間自体の影響も考えられ，特に現場出動では現場での滞在時間を必要最小限にする意識が必要と考えられた。

また，ドクターヘリ搬送にはデメリットもある。伊豆半島の道路事情から，当院を経由する救急車搬送を行おうとすると，標高350m以上の峠を通行しなければならず，ドクターヘリにおいても高度の問題は大幅な迂回をしない限り避けられない（**表2**）。ドクターヘリの場合，高度300m以下での飛行を行うことで，気圧の低下，気泡の増加，酸素分圧の低下などによる状態の悪化を予防しながら搬送が可能と考えられている[1, 4, 7, 8)]。しかし，ドクターヘリは，通常8時30分から17時までの日中のみの運航時間制限，雨天や日没など天候の問題や他事案に出動中の対応は困難であり，今後検討すべき課題と考えられた。

ドクターヘリを用いた救急医療システムをより迅速に活用するためには，地域の消防本部および県外を含む伊豆半島外にある第2種高気圧酸素治療装置を有する3次救急医療機関側の理解と協力が必要である。救急救命士が減圧障害疑い患者に接触する前の救急通報時点から，ドクターヘリの運航，消防機関による着陸地点の支援，受入れ医療機関側への収容依頼と快諾があって，現場から受け入れ医療機関への継続した医療が可能となる。本検討では，ドクターヘリで搬送後の傷病者の転帰に関しての情報が不十分で，治療から転帰の検討は困難であった。しかし今後は，基地病院と地区消防機関が中心となって開催する事後検証会に，搬送先医療機関からの参加を得ることで，発症から最終転帰まで含めた検討を行うことが必

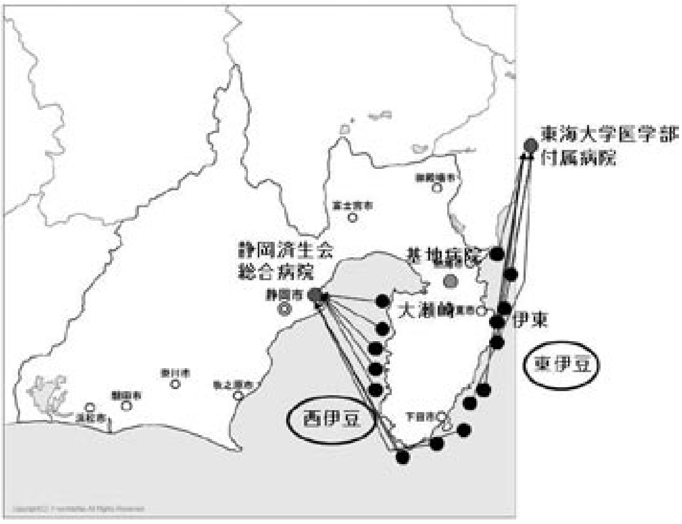


**図6　伊豆半島のダイビングポイントと医療機関の位置関係**

**表2　伊豆半島主要地点から基地となる病院への搬送時間**

| 地区 | 峠（標高） | 当院までの所要時間 | |
|---|---|---|---|
| | | 救急車 | ドクターヘリ |
| 熱海市 | 熱海峠（400m） | 35分 | 10分 |
| 伊東市 | 亀石峠（445m） | 40分 | 10分 |
| 下田市 | 天城峠（640m） | 80分 | 18分 |
| 西伊豆町 | 船原峠（475m） | 60分 | 15分 |

要と考えられた。

## 結　語

ダイビング中または終了後に何らかの症状を生じた場合に，減圧障害を疑い，迅速な通報，消防機関によるドクターヘリ要請が行われる。そして，現場から医師による酸素投与や輸液を中心とした呼吸循環管理を施行しながら，飛行高度に配慮した迅速な搬送により，第２種高気圧酸素治療装置を有する３次救急医療機関に搬送することで，発症から２時間以内に再圧治療が可能な救急医療システムの確立が重要と考えられた。

本稿の要旨は，第11回日本高気圧環境・潜水医学会関東地方会総会（2011年，静岡）にて発表した。

## 参考文献

1）山見信夫，山本五十年，井上　治，他：「ダイビングの安全基準」はどうあるべきか．日本高気圧環境・潜水医学会雑誌2009；44：61-66.
2）鈴木信哉：減圧障害の治療．日本高気圧環境・潜水医学会雑誌2006；41：59-72.
3）楢木暢雄，毛利元彦：潜水後の高所移動と減圧症に関して：環境の実測と動物モデル．日本高気圧環境医学会雑誌2002；4：237-247.
4）外川誠一郎，山見信夫，柳下和慶，他：首都圏レジャーダイバーにおける減圧症の発症要因．日本高気圧環境・潜水医学会雑誌2007；42：105-107.
5）池田知純，望月　徹：職業潜水における減圧障害の実態．日本高気圧環境・潜水医学会雑誌2007；42：121-126.
6）山見信夫：減圧症にならない潜り方：減圧症の発症に影響する因子と予防方法．日本高気圧環境・潜水医学会雑誌2010；45：89-98.
7）工藤大介，佐々木淳一，中川敦寛，他：早期高気圧酸素療法により救命し得た心肺停止減圧症の1例．日本救急医学会雑誌2009；20：374-382.
8）MacDonald RD, O'Donnell C, Allan GM, et al：Interfacility transport of patients with decompression illness：literature review and consensus statement. Prehosp Emerg Care 2006；10：482-487.