

## 奄美群島から血液備蓄所が撤退した結果、何が変わったか

大木 浩<sup>1)</sup> 針持 想<sup>1)</sup> 鮫島 弘子<sup>1)</sup> 原 純<sup>2)</sup> 吉國謙一郎<sup>3)</sup>  
清武 貴子<sup>3)</sup>

キーワード：血液備蓄所，血液廃棄率，離島，院内血輸血

### はじめに

奄美群島は鹿児島本土から沖縄まで、南北約 600km の海洋上に位置する 8 つの島々で、奄美大島、加計呂麻島、請島、与路島、喜界島、徳之島、沖永良部島、与論島の有人離島から構成される<sup>1)</sup>(図 1A, 1B)。

当院は 300 床の地域中核病院で 2014 年に離島初の救命救急センターが開設され 2016 年よりドクターヘリが就航した。外傷に対応し、2017 年から脳死下臓器提供も行っているものの、離島故の血液供給の困窮、人的・物的医療資源・天候の困難に常時直面している<sup>2)3)</sup>。天候によっては自衛隊機でも輸血用血液の搬送ができないため、緊急供血者登録制度を整備している<sup>4)</sup>。1962 年に緊急輸血の輸送中に発生した事件後(図 1D)、緊急時には院内で採血された血液が使用されるようになり、1970 年に大島病院内赤十字血液センター名瀬出張所が設置された。1980 年に同出張所は廃止され、民間による血液備蓄所がその任に当たることとなり、鹿児島県としても備蓄所の充実等を行う旨、要綱を定めている<sup>5)</sup>。

2018 年 4 月 1 日より、奄美大島にあった血液備蓄所が廃止された。それまでは日本赤十字社鹿児島県赤十字血液センターより委託を受けた民間業者が血液備蓄所内に A 型：O 型：B 型：AB 型をそれぞれ 10：8：4：3 バッグ(2 単位製剤) 備蓄しており、医療機関からの注文に応じて同社が血液搬送を行っていた。備蓄所の血液在庫が減少すると、同社は血液センターに血液を発注し、1 日 8 便ある航空機によって鹿児島本土から血液を空輸し、定数を維持していた。奄美群島の各離島も鹿児島から航空機により血液を搬送している。

今回我々は、血液備蓄所の廃止に伴って奄美大島および奄美群島の血液需給にどのような変化があったか

を調査した。血液製剤入手の時間的困難を示すために、離島の血液供給に要する時間をシミュレートし鹿児島県本土との比較を行った。

### 対象と方法

#### A：奄美群島から血液備蓄所が撤退した影響の調査

2016 年に鹿児島県赤十字血液センターから血液供給があった奄美群島の医療施設を対象とし、血液備蓄所廃止前の 2015 年、2016 年、2017 年、および血液備蓄所廃止後の 2018 年のそれぞれ 4 月から 3 月までの 1 年間について血液購入量、廃棄量の郵送アンケート調査を行った。

質問内容は 1. 赤血球、新鮮凍結血漿、血小板製剤の購入量と廃棄量、2. 院内における血液在庫量、3. 院内血施行の有無、およびその他自由記載とした。それぞれの島内で輸血に対する寄与度の高い施設を対象とするために、1 年間に施行した赤血球製剤が 20 単位以下の施設は除外し検討した。

#### B：奄美群島と鹿児島県本土の血液供給所要時間の比較

2016 年度に輸血を行った奄美群島の医療機関に対して 1 の調査を、鹿児島県本土において常勤麻酔科医が在籍し定期的な手術が行われている主要な医療機関 20 施設を対象として 2 の調査を行った。また、3 の調査を行い 1, 2, 3 の結果を比較した。

1. 奄美群島の医療機関に血液搬送経路を聞き取り調査し、2018 年 11 月 1 日における航空機時刻表をもとに、24 時間および日勤帯において血液注文から血液が医療機関到着するまでの時間帯別所用時間をシミュレートした。血液センターから鹿児島空港まで要する時間、鹿児島空港から各離島までの便数、離発着時間、飛行

1) 鹿児島県立大島病院麻酔科

2) 鹿児島県立大島病院救急科

3) 鹿児島県立大島病院中央検査部

[受付日：2019 年 8 月 15 日，受理日：2019 年 11 月 24 日]

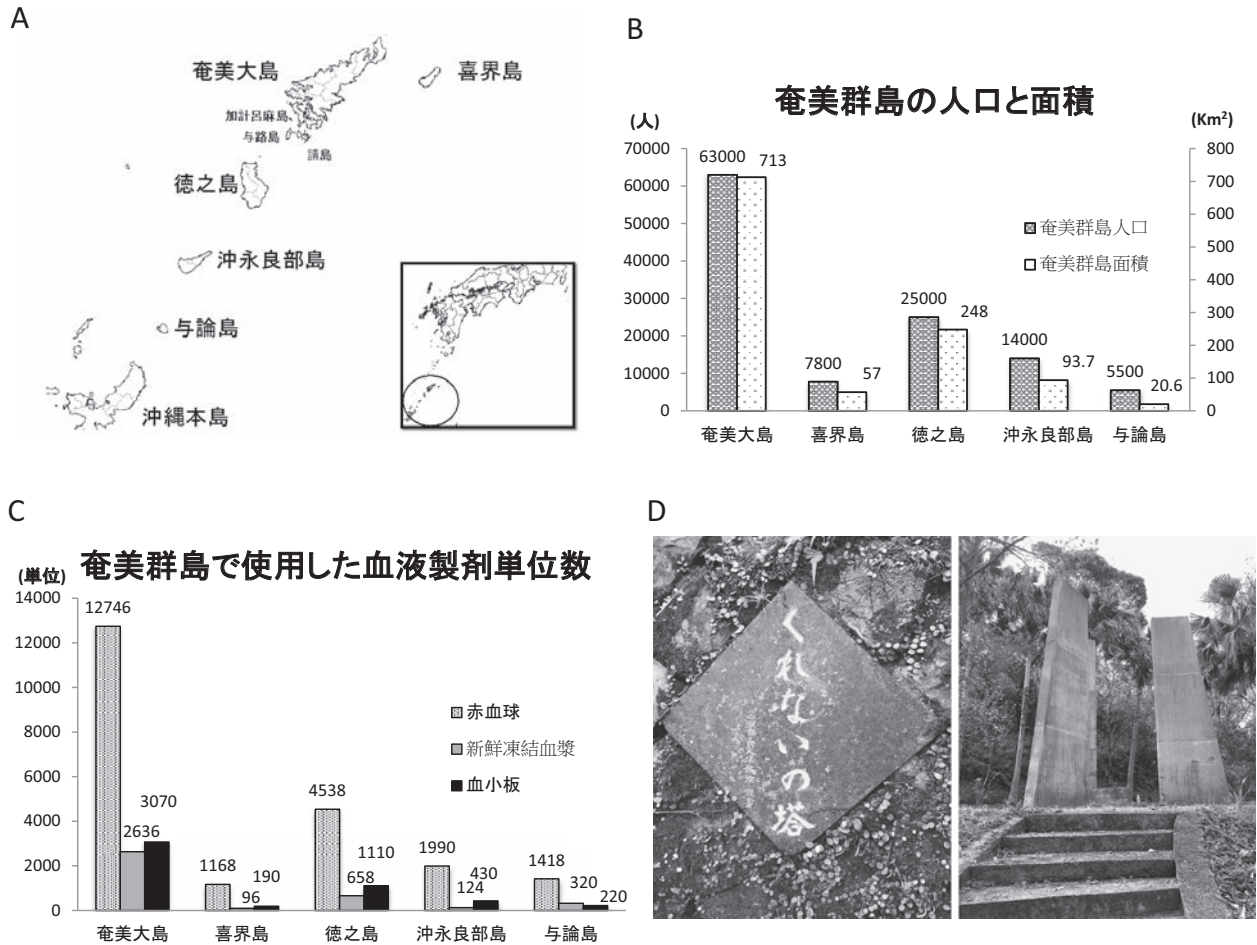


図1

**A: 奄美群島の位置**

奄美群島は奄美大島, 加計呂麻島, 請島, 与路島, 喜界島, 徳之島, 沖永良部島, 与論島の有人離島から構成される。鹿児島本土から沖縄まで, 南北約600kmの海洋上に位置する8つの島々からなる。鹿児島・奄美大島間は空路で約1時間, 海路で約11時間を要する。

**B: 奄美群島の人口, 面積**

奄美大島は日本で5位の面積(712km<sup>2</sup>)を有する有人離島である。

**C: 各奄美群島の赤血球, 新鮮凍結血漿, 血小板の使用単位数**

2015年から4年の間に使用した輸血総量は人口, 面積に相応な結果であった。

**D: 「奄美市献血の日」記念碑**

1962年には緊急輸血の輸送中に自衛隊機が墜落し13名の命が失われるという惨事が発生した。現在の奄美市は, 事故の発生した9月3日を「献血の日」と定め碑を設置し毎年慰霊祭を行っている。

所要時間, 各離島の空港から医療機関までの時間を変数として1時間おきに算出した。

2. 鹿児島県本土において常勤麻酔科医が在籍し定期的に手術が行われている主要医療機関に対して, 血液センターの協力を得て, 血液センターもしくは鹿児島県赤十字血液出張所から医療機関まで血液運搬に要する時間について調査した。

3. 鹿児島奄美路線の航空機が増便した場合の所要時間についてシミュレートした。空港法により公表されている空港運用時間<sup>6)</sup>(鹿児島空港は7:00から22:00, 奄美空港は8:00から19:30)を最大限使用できるようにすることを根拠に, 始発便(鹿児島7:00発)と

最終便(鹿児島18:30発)が増便したと仮定した。

**結 果**

**A: 奄美群島から血液備蓄所が撤退した影響の調査**

アンケート回収率は100%であった。2016年に輸血を行った医療施設数は奄美大島:13, 喜界島:1, 徳之島:3, 沖永良部島:5, 与論島:2の合計24施設であった。2015年から4年間の輸血総量は人口, 面積に相応な結果だった<sup>7)</sup>(図1B, 1C)。病院が島にひとつしかない喜界島を含め, それぞれの島において輸血量が多い医療機関は, 一部の医療機関に集中していた。それぞれの島内で輸血に対して寄与度の高い施設を対象とす

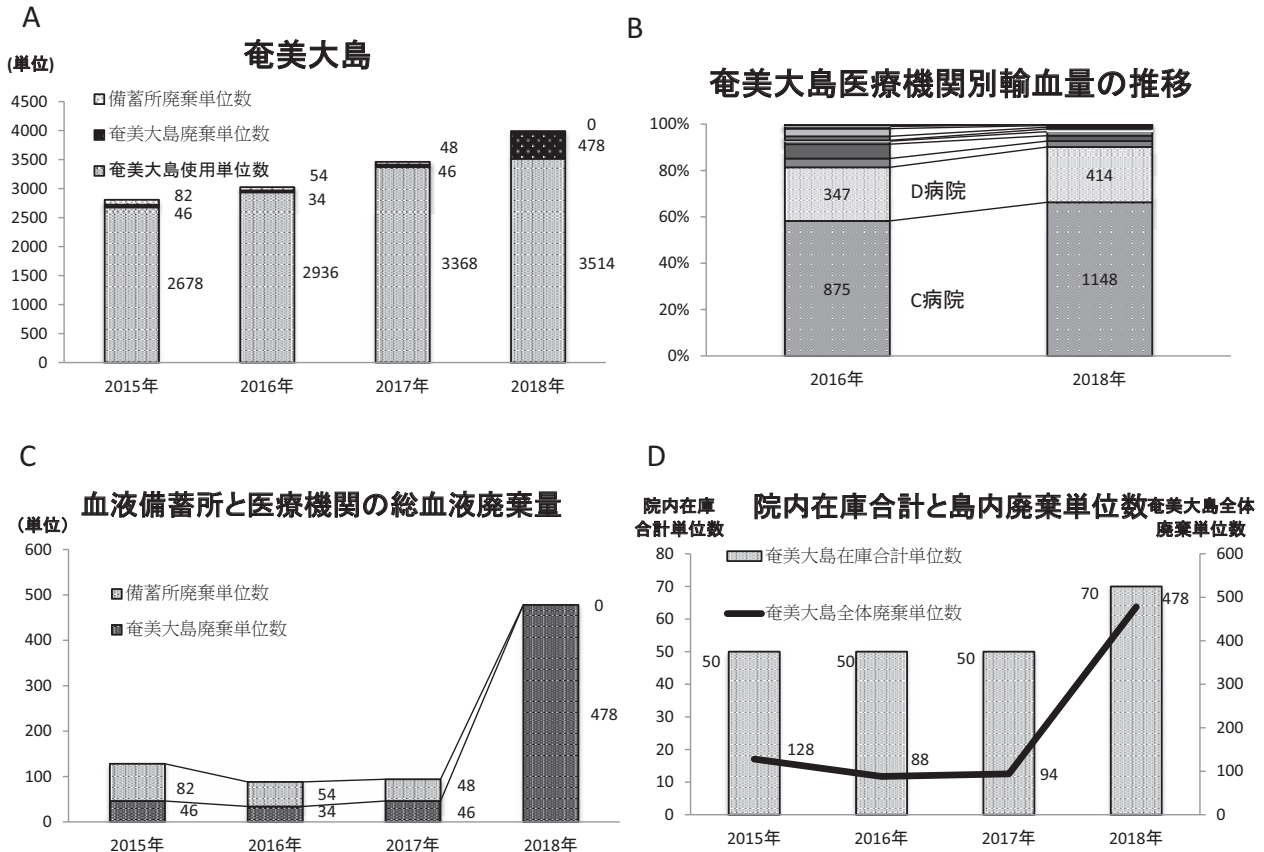


図 2

A：血液備蓄所が廃止される前後の奄美大島医療機関の廃棄赤血球単位数推移  
 奄美大島医療機関における赤血球製剤廃棄単位数は、血液備蓄所が廃止される前年に比較して、廃止後は10.4倍に（46単位：478単位）、検討対象施設では廃棄率が9.7倍（1.4%：13.6%）に増加した。

B：奄美大島医療機関別輸血量の推移  
 血液備蓄所廃止後、輸血施行はC病院とD病院で多くなり、両者の合計は81%から93%に増加した。

C：血液備蓄所と奄美大島医療機関の総血液廃棄量  
 血液備蓄所廃止後、奄美大島医療機関の血液廃棄は、廃止前備蓄所の廃棄数と奄美大島医療機関の廃棄数の和よりも多くなった。

D：奄美大島院内在庫合計と島内廃棄率の推移  
 血液備蓄所廃止後、奄美大島の血液在庫数、血液廃棄単位数は共に増加した。

るために1年間に施行した赤血球製剤が20単位以下の施設は除外すると、対象施設は、奄美大島：6(46%)、喜界島：1(100%)、徳之島：2(67%)、沖永良部島：2(40%)、与論島：1(50%)施設であった(カッコ内は、その島で輸血を行った施設数に占める検討対象施設の比率)。検討対象施設(n=12)と検討除外施設(n=12)の平均一般病床数はそれぞれ90.2床：8.2床であった。輸血の多い検討対象施設の平均一般病床数は検討除外施設に比べて多い傾向があった。血液備蓄所撤退前において奄美大島の調査対象施設院内血液在庫(13施設)は、各血液型ともゼロであった。撤退後、2施設のみが院内血液在庫を置くようになった。A：O：B：AB型赤血球製剤在庫数(2単位製剤)がC病院で9：10：5：5バッグ、D病院で2：2：1：1バッグであった。奄美群島各島の赤血球製剤、新鮮凍結血漿、血小板

の4年間の購入合計単位数を図1Cに示す。

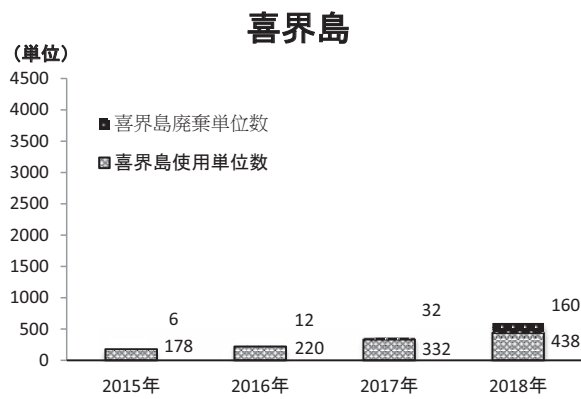
奄美大島医療機関における廃棄率は、血液備蓄所が廃止される前年に比較して、廃止後は9.7倍に増加した(1.4%：13.6%) (図2A, 2C)。喜界島以外の奄美群島では、廃棄率前年比に著変が無く、奄美大島本島の血液備蓄所撤退による影響はなかった(図3)。

奄美大島本島で最も輸血が多いC病院では、血液備蓄所が廃止される前年に比較し廃棄率が13.0倍(1.1%：14.1%)に、次に輸血が多いD病院では廃棄率が9.6倍(1.1%：10.6%)に増加していた。

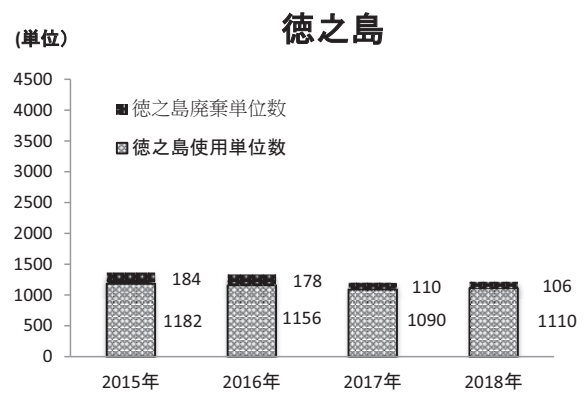
奄美群島の3施設で院内血輸血が施行されていた。2016年に奄美群島で輸血を施行した施設の12.5%にあたり、それらはそれぞれの地域の基幹病院であった。院内血液在庫がある群とない群で血液廃棄率を比較検討すると23.5%：3.8%と、院内血液在庫群で血液廃棄



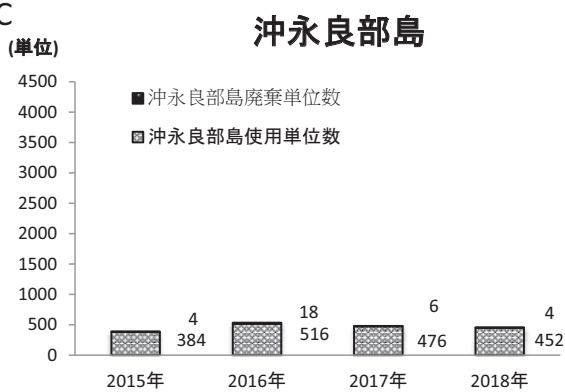
A



B



C



D

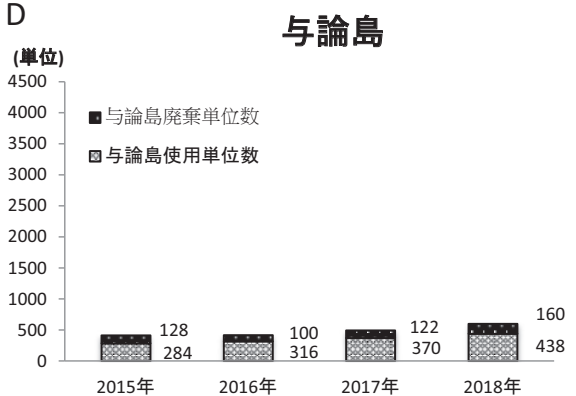


図3 血液備蓄所が廃止される前後の各奄美群島検討対象施設廃棄赤血球単位数

喜界島以外の奄美群島の赤血球製剤廃棄率は、血液備蓄所が廃止される前年に比較して、喜界島 3.0 倍 (8.8% : 26.8%)、徳之島 0.9 倍 (9.2% : 8.7%)、沖永良部島 0.8 倍 (1.2% : 0.9%)、与論島 1.1 倍 (24.8% : 26.8%) と著変が無く、奄美大島本島の血液備蓄所撤退による廃棄率への影響はなかった。

率が高くなっていた。

血液備蓄所廃止後、奄美大島の 2 医療機関 (C 病院、D 病院) において院内在庫血を持つようになり、2 医療機関が輸血単位数に占める割合は 81% から 93% に増加した (図 2B)。血液備蓄所廃止前後の血液備蓄所と医療機関の総血液廃棄単位数の比較において、備蓄所廃止前の血液廃棄単位数に比べて廃止後では、輸血医療機関の廃棄血単位数だけでなく、奄美大島全体としても増加していた (図 2C)。

図 6 は血液備蓄所廃止前後の 2015 年から 2018 年における、C 病院と D 病院の在庫単位数/使用単位数比と単位廃棄率の描画である。撤退後は在庫単位数/使用単位数比によらず廃棄率が上昇していた。

自由記載の結果を表 1 に内容を示す。

**B：奄美群島と鹿児島県本土の血液供給所要時間の比較**

1. 日勤帯において血液注文から医療機関に血液が到着するまでに要する平均時間は奄美大島で 9.8 時間 (8 便) であった (図 5A)。

2. 日赤から鹿児島県本土主要医療機関までの所要時間は、血液運搬車通常走行時で平均 28 分、緊急走行時で 20 分であった (図 5C)。

3. 鹿児島奄美路線の航空機が、空港運用時間を最大限使用できるように始発便と最終便の 2 便を増便したと仮定するシミュレートでは、日勤帯において血液注文から医療機関への血液到着に要する時間は平均で 7.6 時間となった (図 5B)。

**考 察**

**奄美群島から血液備蓄所が撤退した結果**

奄美群島唯一の血液備蓄所が廃止され、奄美大島では、血液単位廃棄率が 12.0% となり影響が大きかったものの、奄美大島以外の島では、廃止された備蓄所から血液配送自体を受けていなかったため廃止の影響を受けなかった。しかしながら、奄美大島以外の島は、血液備蓄所がそもそも無く、元々の血液供給体制が十分でなかったため、独自の対策で輸血医療を行っていたことが自由記載から明らかになった。ひとつが自治

表1 島内・島外医療機関の自由記載結果

奄美大島医療機関	備蓄所撤退前は輸血が必要となる可能性のある患者の入院・手術も当院で受けていたが現在は輸血の可能性のある患者はすべて他院に紹介している。 輸血は中心市街地までしか搬送されないため、病院から事務員が片道1時間かけて取りに行く。血液が届いても検査が外注のため少なくとも輸血まで1日半を要する。
島外医療機関	血液疾患のため定期的に赤血球製剤、血小板製剤輸血を要するが、台風の影響で航空便が飛ばず予定日に輸血できなかった。離島の不便さを実感した。 航空機の貨物積載量が多い時には輸血の搬送を断られることがあった。 航空機荷室の関係で、愛玩動物が搬送される際にはドライアイスで保冷する FFP の搬送を断られることがあった。

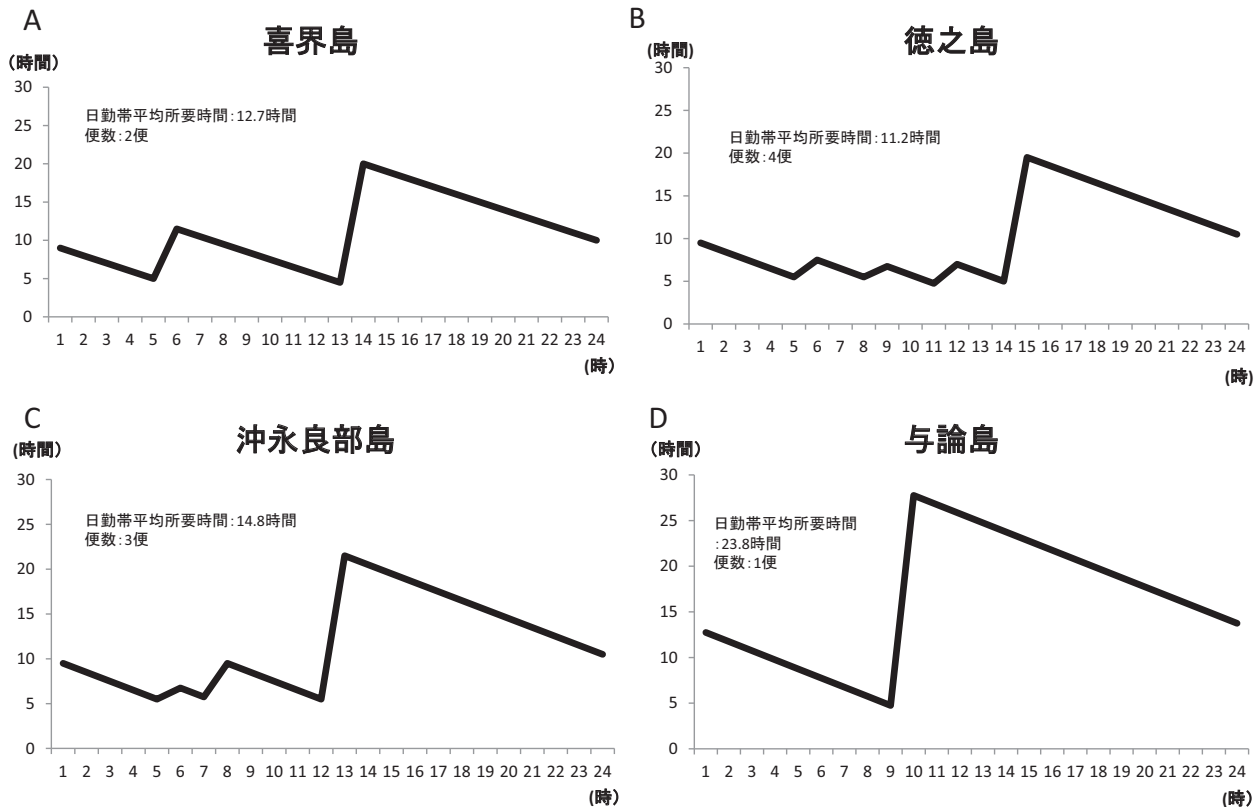


図4 血液注文から奄美群島の医療機関に血液が到着するまで要する時間

各グラフの横軸は血液を注文した時刻、縦軸は血液が医療機関に到着するまでに要する時間を示す。

各群島の日動帯における血液到着平均所要時間と航空機の便数は沖永良部島 14.8 時間 (3 便)、徳之島 11.2 時間 (4 便)、喜界島 12.7 時間 (2 便)、与論島 23.8 時間 (1 便) であった。航空機便数の多寡は、血液到着までに要する時間の日内変動と平均時間に影響を及ぼしていた。

体による廃棄血に対する補助であった。二つ目が O 型による異型適合血輸血であった。院内在庫を置いた 2 病院が O 型に偏重、あるいは O 型以外をゼロにする工夫をしていた。当院でも緊急時 O 型異型適合血輸血を施行している。三つ目が緊急時の院内血輸血であった<sup>4)</sup>。院内血輸血は「輸血療法の実施に関する指針 (改訂版)」にも「離島や僻地などで、日本赤十字社の血液センターからの血液搬送が間に合わない緊急事態の場合」には必要とされている<sup>8)</sup>。ただし、本邦において、緊急事態を含めた全体としての院内血輸血は 30 年前に比べると激減している<sup>9)</sup>。

血液備蓄所撤退が廃棄血増加に繋がった経緯について  
血液備蓄所撤退が、奄美大島の血液備蓄数を増加させ、島内廃棄量が増加したように見える (図 2D)。しかし図 6 の直線 B から直線 A への移動で示されるように在庫単位数/使用単位数比によらず撤退後は廃棄率が上昇していた。他院へ出庫できる備蓄所の緩衝作用を傾きが表し、緩衝作用を失った直線 A では、わずかな在庫増加がより多くの廃棄率をもたらしていると考えられる。寺谷ら<sup>10)</sup>は、輸血用血液の病院間利用が廃棄血減少のために有効であったと報告している。撤退は、緩衝作用の増強を試みた寺谷らの報告と逆の作用をした可

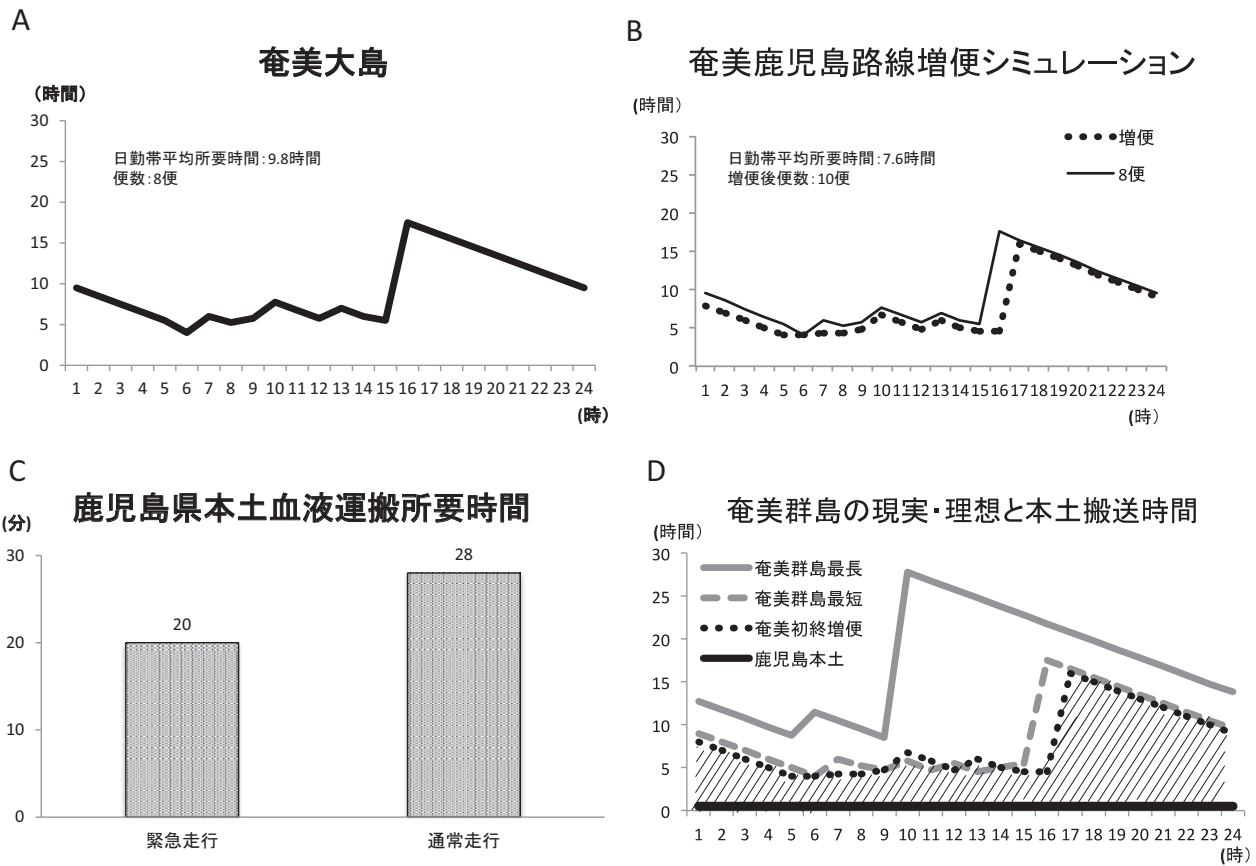


図5

A: 血液注文から奄美大島の医療機関に血液が到着するまで要する時間  
 各グラフの横軸は血液を注文した時刻, 縦軸は血液が医療機関に到着するまでに要する時間を示す。  
 日勤帯において奄美大島の血液到着平均所要時間と航空機の便数は奄美大島 9.8 時間 (8 便), 24 時間では 9.2 時間であった。  
 B: 奄美大島において航空機を増便したシミュレーション  
 現状の 8 便から鹿児島空港および奄美空港の運用時間を最大限に拡大した始発・最終増便シミュレートでも, 7.6 時間と平均所要時間の軽減は 2.2 時間にとどまり, 更に日中の時間帯を多数増便したと仮定しても 2.4 時間程度の短縮をもたらしたのみであった。  
 C: 日赤から鹿児島県本土主要医療機関までの血液運搬所要時間  
 日赤から鹿児島県本土主要医療機関までの所要時間は, 血液運搬車通常走行時で平均 28 分, 緊急走行時で 20 分であった。  
 D: 輸血供給における奄美群島の現実・理想と本土搬送時間  
 図 5D は時間軸を同一にして図 5A, 5B, 5C を重ね合わせたものである。斜線部分が, 輸血供給における本土との離島格差のひとつとなる。

能性がある。

**血液備蓄所撤退前の備蓄単位数と撤退後の C 病院院内在庫単位数**

図 2A のように 2015 年から毎年 10% から 15% の割合で奄美大島としての輸血使用量は増加した。2018 年の備蓄所廃止に伴って C 病院には輸血症例が集積されることが予想され, 現実に図 2B のように C 病院の輸血量は 31% 増となった。ドクターヘリ, 救命センター開始の影響により備蓄所廃止前の 3 バッグでなく 5 バッグの血液でもぎりぎりであった症例が散発していた。島の最終医療機関となる C 病院は前述の理由で備蓄所時代よりも設定在庫を増やさざるを得なくなり, このことが安全性と引き換えに廃棄血増加に影響した可能性は否定できない。しかしながら, 図 6 の直線 A, B が

示すように廃棄血増加には在庫増加要素よりも備蓄所廃止の要素がより強く影響していた。地域が望まないまま, 血液備蓄所が撤退したが, 撤退の結果, 地域の住民・医療機関の観点からは利点となるべきことはひとつも見いだせなかった。

**奄美群島への航空機による血液供給**

最終便を逃すと, 血液到着が翌朝となり図 4, 5 は我々臨床の実感に合致する。便数の少ない離島はさらに深刻な状況になる。時間の律速段階になるのは最終便から始発便までの間であり, その空白の時間帯を補うのは血液備蓄でしかあり得ないことが増便シミュレーション (図 5B) から明らかとなった。図 5D は奄美群島における搬送所要時間を示す。この斜線部分こそが, 輸血医療における本土との離島格差の片鱗となる。

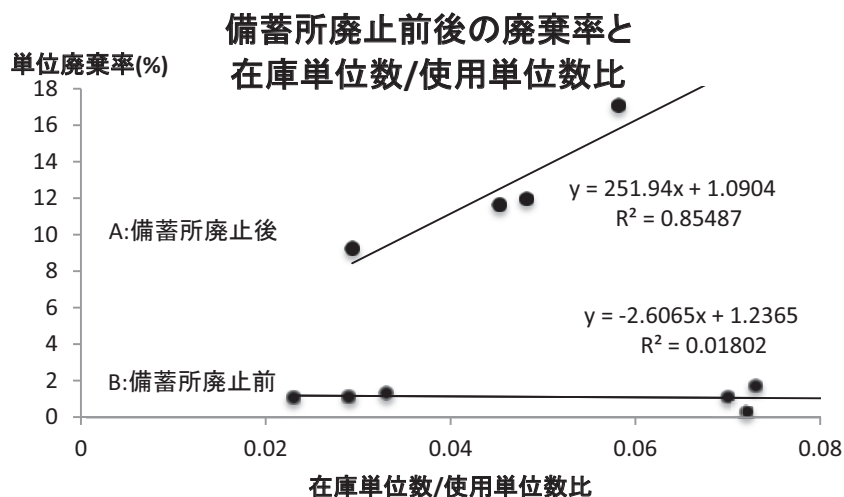


図6 血液備蓄所廃止前後の廃棄率と在庫単位数/使用単位数比の推移  
血液備蓄所廃止前後の2015年から2018年における、C病院とD病院の在庫単位数/使用単位数比と単位廃棄率を描画した。在庫とは血液備蓄所在庫単位数もしくは院内在庫単位数とし、使用単位数との比を在庫単位数/使用単位数比とした。血液備蓄所廃止前はC病院、D病院ともに在庫単位数/使用単位数比の多寡にかかわらず廃棄率は低値であり(直線B)、廃止後は使用比によらず廃棄率が高値であった(直線A)。

離島・へき地における血液供給所要時間の増加は、輸血医療の安全性を担保するために、院内在庫血液量の増加に繋がってしまう。「緊急時対応のための安全コスト」としての廃棄血費用負担はどうあるべきなのか、また供血者の善意を最大限生かすための方策、例えば劇的な廃棄率減少が予測される有効期限の延長等を検討することは、数十年に渡り奄美群島が経験してきた離島の苦悩を改善させるだけでなく、日本全体に広がる建設的な議論の端緒となり得るであろう。

血液需給が困難な地域において、廃棄血を減らし安全・有効な血液供給が行われるためにも、現状のように法律における整合性と経済的側面にとらわれるだけでなく、真に守られるべき規範について医療機関、日本赤十字社、行政府、立法府、関係団体が協議を行う必要があると考える。

## 結 語

奄美群島から血液備蓄所が撤退した結果、奄美大島の基幹病院における血液廃棄率を増加させたとともに、医療資源配分の偏在をもたらした。

**著者のCOI開示:** 本論文発表内容に関連して特に申告なし

**謝辞:** 本調査において御協力いただいた鹿児島県赤十字血液センター所長 竹原哲彦先生、および奄美群島の医療機関に深謝致します。

## 文 献

- 1) 国土交通省国土地理院ホームページより利用規約に基づき改変。  
<https://www.gsi.go.jp/> (2018年12月現在)。
- 2) 小代正隆: 奄美大島群島の救急医療体制の充実強化. 全国自治体病院協議会雑誌, 50: 892—898, 2011.
- 3) 大木 浩: 南の島での手術室運営は天候、資源、距離の因子によって左右される. 手術医学, 38: 321—324, 2017.
- 4) 清武貴子, 吉國謙一郎, 原 純, 他: 奄美大島の救命救急センターを保有する中核医療機関における院内血(生血)輸血実施状況について. 日本輸血学会雑誌, 66: 13—18, 2020.
- 5) 鹿児島県ホームページ: 鹿児島県血液対策事業実施要綱. [https://www.pref.kagoshima.jp/ae10/kenko-fukushi/yakuji-eisei/ketueki/kenketu/documents/4367\\_20140507181356-1.pdf#search=%E9%B9%BF%E5%85%90%E5%B3%B6%E7%9C%8C%E8%A1%80%E6%B6%B2%E5%AF%BE%E7%AD%96%E4%BA%8B%E6%A5%AD%E5%AE%9F%E6%96%BD%E8%A6%81%E7%B6%B1](https://www.pref.kagoshima.jp/ae10/kenko-fukushi/yakuji-eisei/ketueki/kenketu/documents/4367_20140507181356-1.pdf#search=%E9%B9%BF%E5%85%90%E5%B3%B6%E7%9C%8C%E8%A1%80%E6%B6%B2%E5%AF%BE%E7%AD%96%E4%BA%8B%E6%A5%AD%E5%AE%9F%E6%96%BD%E8%A6%81%E7%B6%B1) (2018年12月現在)。
- 6) 国土交通省ホームページ.  
[https://www.mlit.go.jp/koku/15\\_bf\\_000310.html](https://www.mlit.go.jp/koku/15_bf_000310.html) (2019年9月現在)。
- 7) 鹿児島県ホームページ: 平成30年度奄美群島の概況. <http://www.pref.kagoshima.jp/aq01/chiiki/oshima/chiiiki/zeniki/gaikyou/h30amamigaikyuu.html> (2019年4月2日現在)。

- 8) 厚生労働省医薬食品局血液対策課：XII 院内で輸血用血液を採取する場合(自己血採血を除く)、「輸血療法の実施に関する指針」(改定版)及び「血液製剤の使用指針」(改定版)、平成17年9月、日本赤十字社、40—44.
- 9) 室井一男, 池田和彦, 奥山美樹, 他：院内採血の過去, 現状, 将来展望. 日本輸血学会雑誌, 65: 103—107, 2019.
- 10) 寺谷美雪, 神白和正, 比留間潔, 他：輸血用血液の病院間利用に関する研究. 日本輸血学会雑誌, 56: 670—686, 2010.

## ADVERSE INFLUENCE OF TERMINATING THE OPERATION OF THE BLOOD DEPOSIT FACILITY ON AMAMI-OSHIMA

*Hiroshi Oki*<sup>1)</sup>, *So Harimochi*<sup>1)</sup>, *Hiroko Sameshima*<sup>1)</sup>, *Jun Hara*<sup>2)</sup>, *Kenichirou Yoshikuni*<sup>3)</sup>  
*and Takako Kiyotake*<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>Department of Anesthesiology, Kagoshima Prefectural Oshima Hospital

<sup>2)</sup>Department of Emergency Medicine, Kagoshima Prefectural Oshima Hospital

<sup>3)</sup>Department of Clinical Laboratory, Kagoshima Prefectural Oshima Hospital

### **Keywords:**

blood deposit facility, blood discard rate, remote islands, in-hospital transfusion

---

©2020 The Japan Society of Transfusion Medicine and Cell Therapy

Journal Web Site: <http://yuketsu.jstmct.or.jp/>