

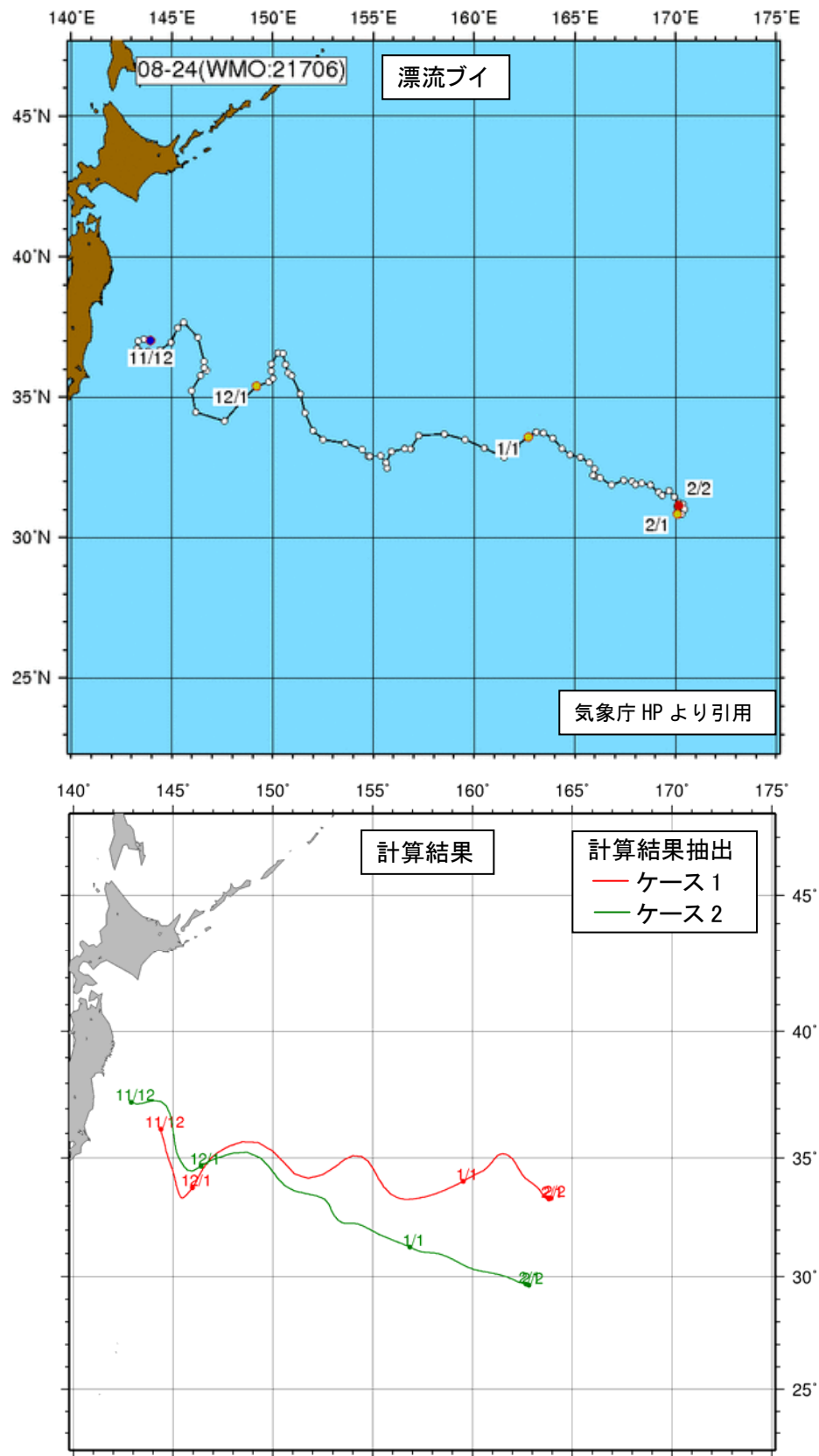


図 3.3-15(3) 漂流経路の比較 (気象庁 2008 年 (08-24))

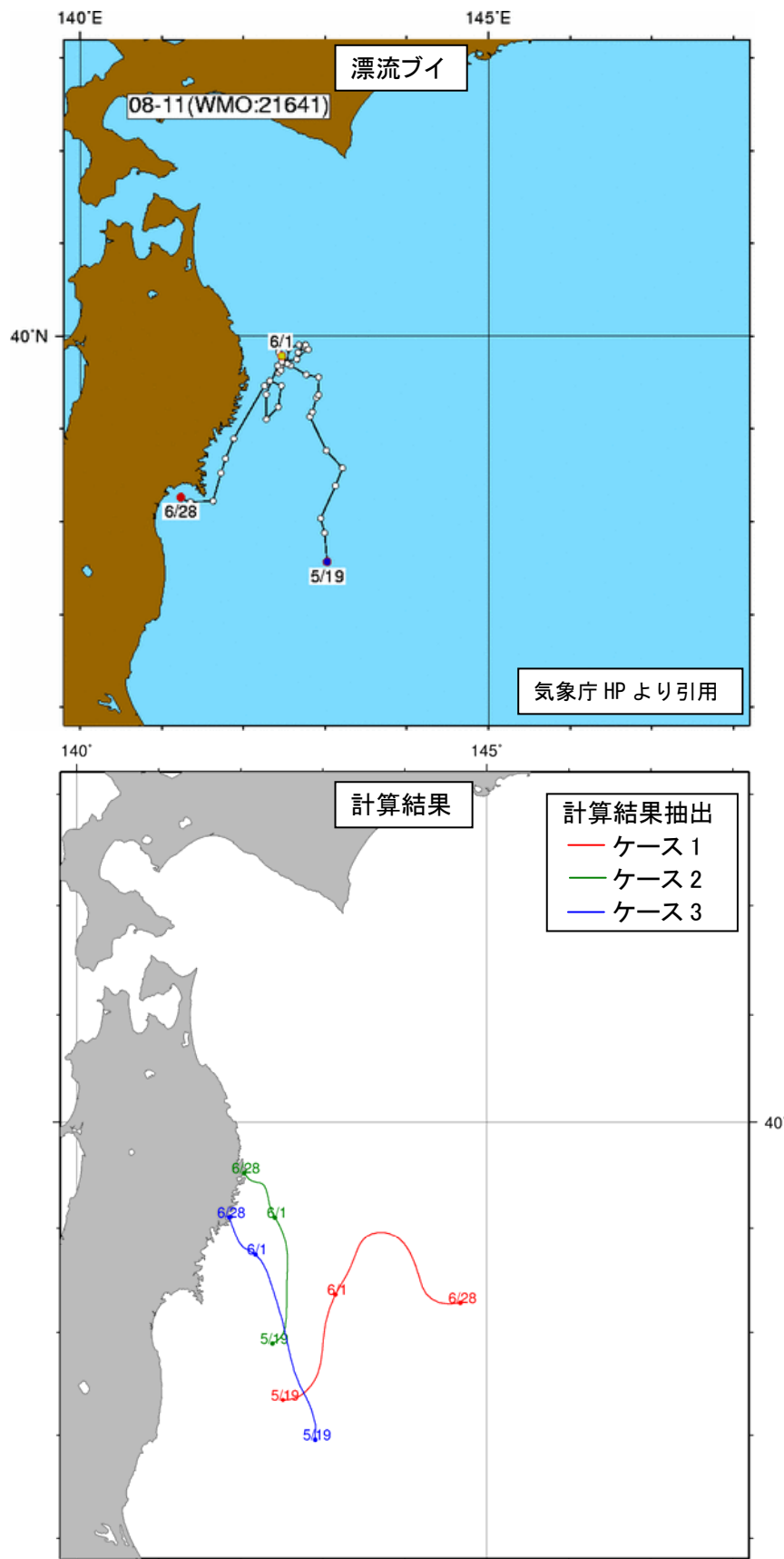


図 3.3-16(1) 漂流経路の比較（気象庁 2008 年（08-11））

(c) 漂着ごみの既往の現地調査結果との比較

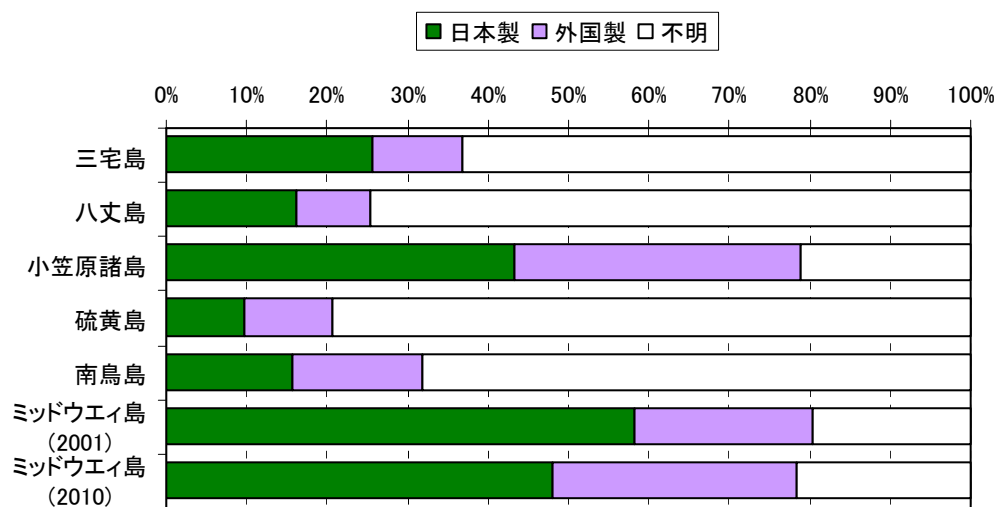
i) 漂着ごみの国別割合に関する既往の現地調査結果

北太平洋における漂着ごみの国別割合に関する現地調査結果としては、表 3.3-8 に示す知見がある。そこで、三宅島、八丈島、小笠原諸島、硫黄島、南鳥島及びミッドウェイ島を対象に、漂着ごみの国別割合を比較した。既往の現地調査結果に基づく日本のごみの割合及び国別割合は、図 3.3-17 及び図 3.3-18 に示すとおりである。

表 3.3-8 北太平洋における漂着ごみの国別割合に関する既存の調査結果

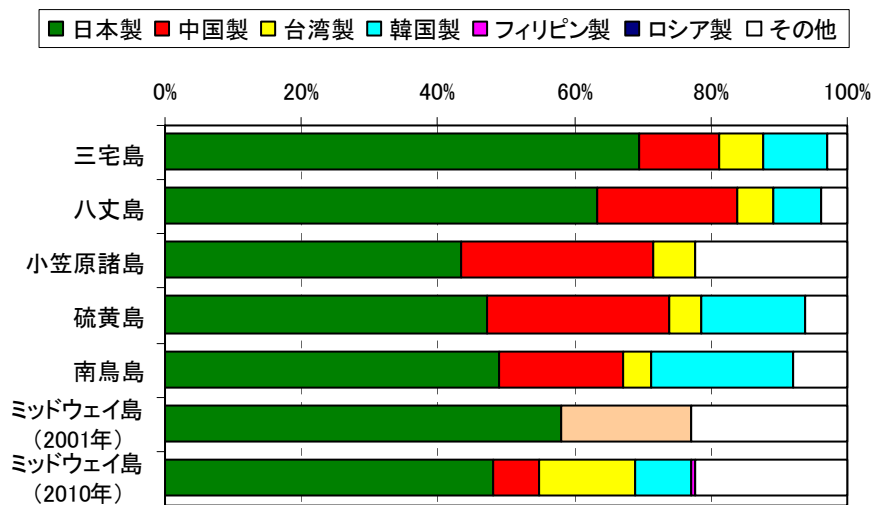
調査場所	調査実施年	対象物	出典
三宅島、八丈島	1998～1999年	プラスチック類、漁具類、ビン類等	山口 (2000) ³⁴
小笠原諸島	2003～2004年	ライター	藤枝他 (2006) ³⁵ 藤枝 (私信)
硫黄島	1999～2004年	プラスチック類、漁具類、ビン類等	山口 (2005) ³⁶
南鳥島	2003年	プラスチック類、漁具類、ビン類等	山口 (2005) ³⁶
ミッドウェイ島	2001年	ライター	藤枝 (2003b) ¹⁵
ミッドウェイ島	2010年	ライター	藤枝 (私信)

注：ミッドウェイ島については、サンプルの大部分はコアホウドリが誤飲したライターである。



注：硫黄島は 1999 年～2004 年の合計値で作成

図 3.3-17 現地調査結果による日本のごみの割合



注： 1) 硫黄島は 1999 年～2004 年の合計値で作成
 2) フィリピン製を区別して調査しているのは、ミッドウェイ島(2010)のみ。

図 3.3-18 現地調査結果からの国別割合

ii) 既往の現地調査結果と計算結果の比較

沿岸から継続的に投入するシミュレーション結果（ケース4～ケース6）を用いて、上記の島々に漂着した国別割合を求めて上記調査結果と比較した。計算の初期においては、上記の島々に近い国からは多く漂着するが、距離の離れた国のごみは計算時間が短いため到達しないことが考えられる。この影響を極力少なくするため、比較に用いる計算結果は、6年間の計算結果のうち最終の1年間に漂着したごみを対象とした。なお、小笠原諸島については、図3.3-19に示す赤枠内の島について漂着数を集計した。

本シミュレーションでは、沿岸からのごみの流出密度が全ての国の海岸線で同様としているため、海岸線が長い国ほど投入点数が多く設定されている。本来、ごみの流出密度は、人口や産業の発展状況、河口の有無によって異なると考えられるが、本計算では全ての投入点で一律1日1個の間隔でごみを投入しており、モデルでの海岸線が長い国ほど投入数が多くなっている。この影響を除くため、計算結果として得られたごみの漂着数を投入点数で除してごみの漂着数を標準化した。

漂着ごみの国別割合の比較を図3.3-20(1)に示す。ケース4～6の個別のケースでは、いずれの計算結果を見ても、現地調査結果を再現するような結果は得られなかった。現地調査で対象としたごみは、表3.3-8に示すように様々な沈下率のごみが混在している。そこで、ケース4及びケース5を足し合わせた場合、ケース4～6を足し合わせた場合の国別割合を図3.3-20(2)に示した。個別のケースに比較して、全ての島で日本のごみがあり、この点は現地調査結果に近づくが、国別割合の良好な一致は見られなかった。この要因は、以下のように考えられた。

- 投入数が少ない
- 投入点が少ない
- 計算期間が短い（本業務では6年間）

- 沈下率の種類が少ない
- 漂流途中での沈降、分解等による沈下率の変化を考慮していない
- 沿岸の投入数の分布が、実際のごみの流出量の分布を反映していない（人口や産業発展状況、河口の位置による重みづけをしていない）
- 実際のごみの流出点が、洋上にある可能性がある（船舶の可能性はある）
- 計算外力に気候値を用いている（到達距離が短くなる）

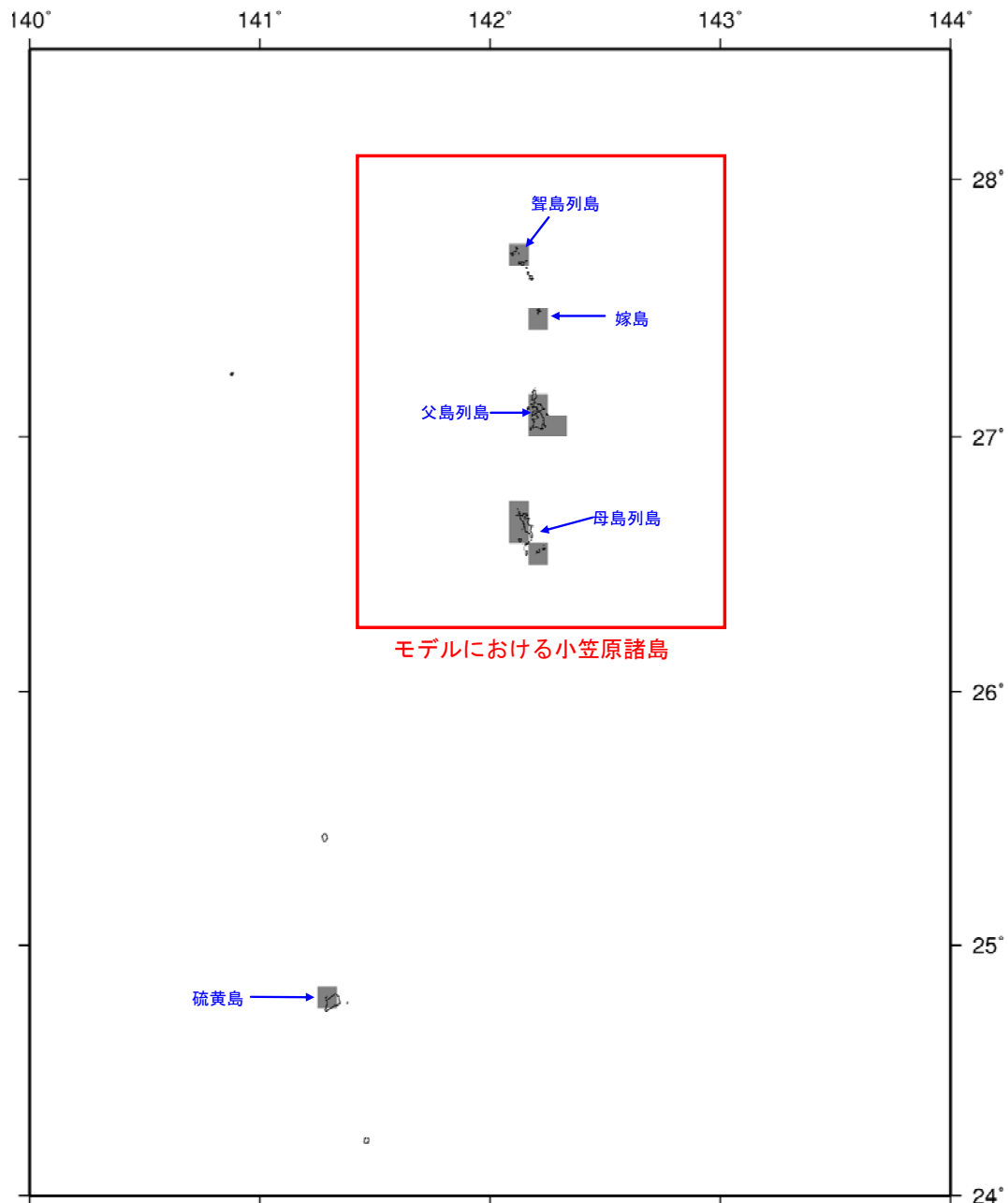


図 3.3-19 モデルにおける小笠原諸島の表現

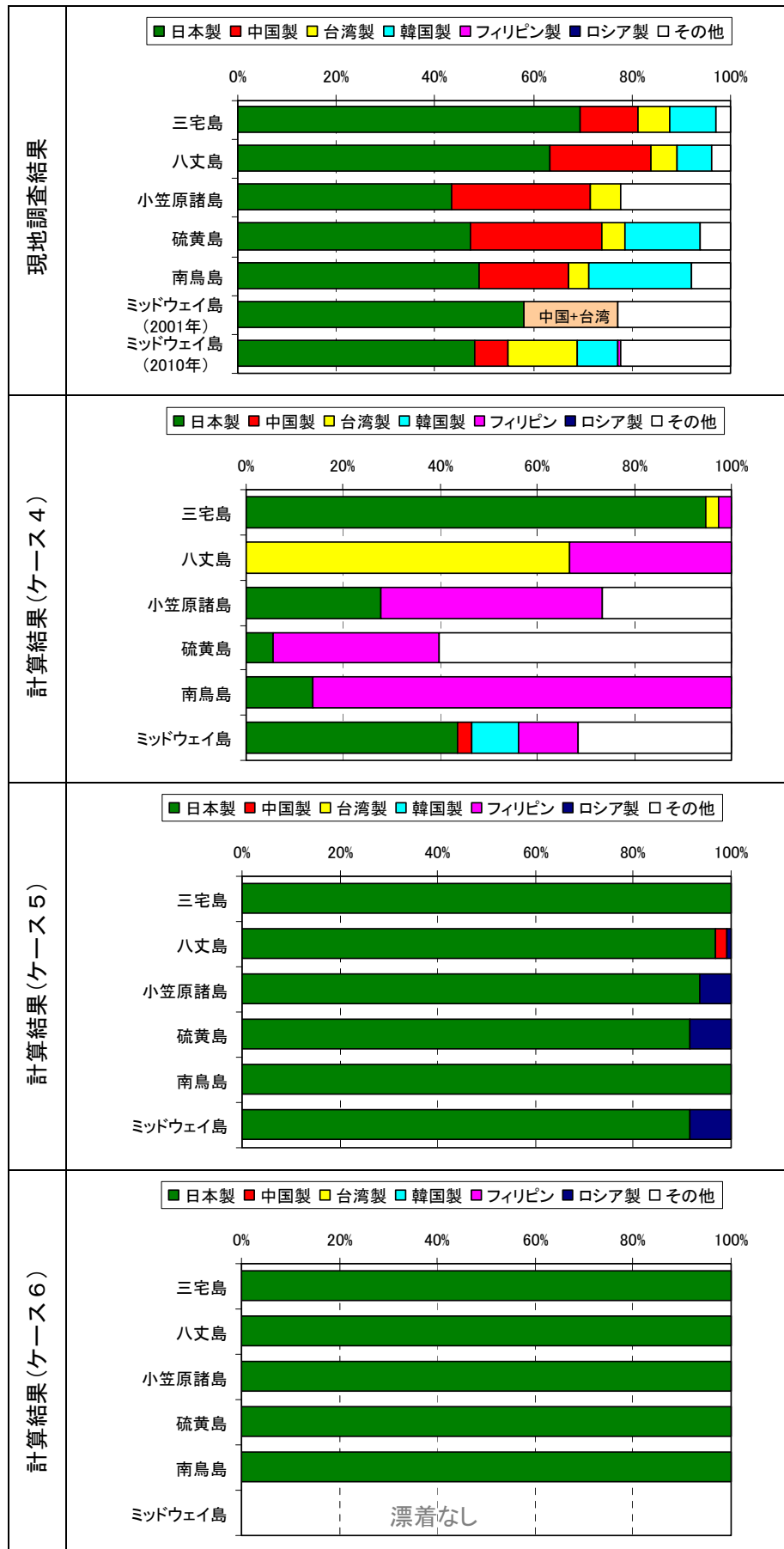


図 3.3-20(1) 漂着ごみの国別割合の比較(1)

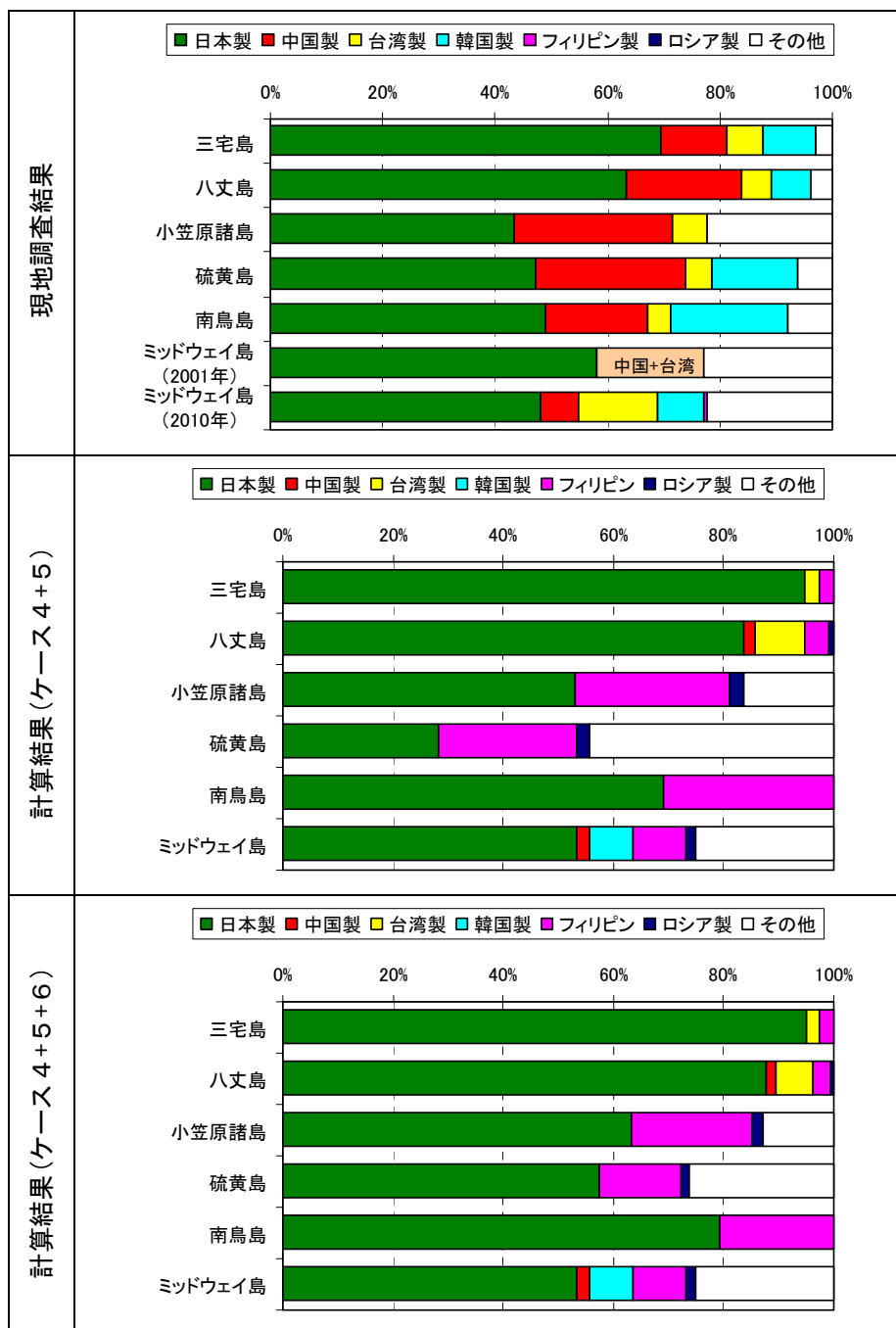


図 3.3-20(2) 漂着ごみの国別割合の比較(2)

iii) 日本のごみが確認されている場所との比較

文献調査により、北太平洋沿岸において日本のごみが確認されている地点は、表 3.3-9 に示すようであった。

表 3.3-9 日本のごみが確認されている場所

場所	ごみの種類	出典
Amchitka 島 (アラスカ)	・ トロール網、刺網等の漁具 ・ 食料保存用容器 ・ 液体洗剤の容器 ・ 漂白剤の容器 ・ 薬品の容器 ・ シャンプー容器 ・ 飲料容器、枠箱 (漁船が主な排出源と推定)	Merrell (1980) ¹⁸ 、 Merrell (1984) ¹⁹
ミッドウェイ島	プラスチックごみ (コアホウドリが誤飲したもの)	Petti <i>et al.</i> (1981) ¹³
	ライター (コアホウドリが誤飲したもの)	藤枝 (2003b) ¹⁵
Pearl and Hermes Reef (北西ハワイ諸島)	底引き網	Gregory (2004) ¹⁶
オアフ島	カキ養殖用のプラスチックパイプ	JEAN/クリーンアップ 全国事務局 (2010) ¹⁷

シミュレーション結果から日本からのごみが多い場所を示し、上記の日本のごみが確認されている場所と比較する。沿岸から継続的に投入するシミュレーション結果（ケース 4～ケース 6）を用いて、日本から流出したごみの北太平洋各国における漂着割合を図 3.3-21 に、漂流・流出も含んだ割合を表 3.3-10 に示した。各国の日本からの距離の違いによって漂着しやすさが異なると考えられるため、この影響を極力少なくするため、6 年間の計算期間のうち最後の 1 年間の漂着数による割合を示した。

全てのケースで、日本のごみは日本沿岸に漂着する割合が最も高くなっていた。ケース 4 では、日本と北西ハワイ諸島（ミッドウェイ島を含む）のみに日本からのごみが漂着しているが、北西ハワイ諸島に漂着した割合は 0.2%であった。ケース 5 では、日本に次いで、その他の国（パラオ、ミクロネシア連邦、マーシャル諸島、キリバス）が 4.8%、フィリピンが 3.8%、ロシアが 2.3%の順であった。ケース 6 では、日本に次いで、フィリピンが 9.4%、アラスカが 3.3%、ロシアが 2.4%の順であった。

ケース 5、ケース 6 共に、日本からのごみはフィリピンで多くなっていたが、上述した文献調査からはフィリピンにおける日本のごみの情報は得られなかった。ケース 6 では、フィリピンに次いでアラスカで日本のごみが多くなっていた。上述した文献においてもアラスカで日本のごみの情報があることから、シミュレーション結果と文献からの情報が一致していた。しかしながら、文献によるアラスカにおける日本のごみは、アラスカ近くの日本の漁船の操業海域

から発生したごみとされている。この点を更に検討するため、次節の「b. 漂流経路及び漂流時間」において、アラスカに漂着したごみが、どの海域から漂流してきたのかを示した。結果は、日本の沿岸からも、日本の漁船の操業海域からも、いずれもアラスカへ漂着していた。

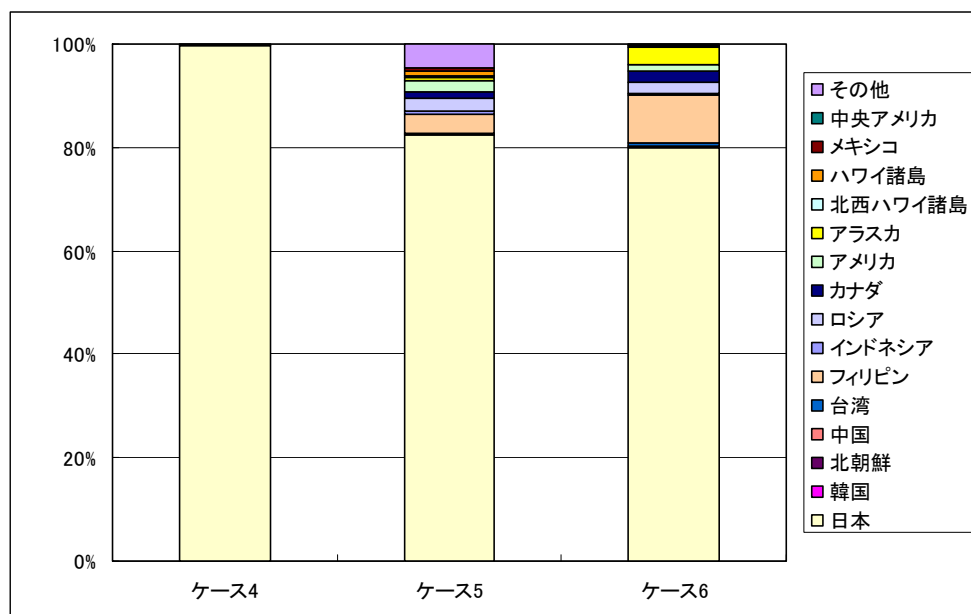


図 3.3-21 (1) 日本から流出したごみの各国の漂着割合（日本を含む）

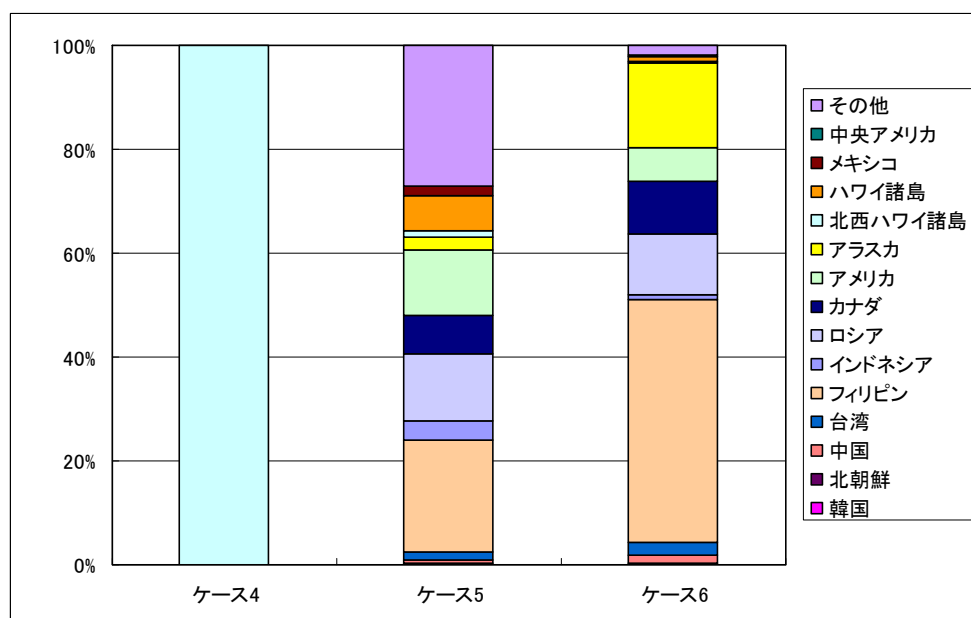


図 3.3-21 (2) 日本から流出したごみの各国の漂着割合（日本を除く）

表 3.3-10 日本から流出したごみの各国の漂着割合及び漂流・流出割合（日本を含む）

ケース4		ケース5		ケース6	
流出地	日本(%)	流出地	日本(%)	流出地	日本(%)
漂着地		漂着地		漂着地	
日本	99.8	日本	82.3	日本	79.9
北西ハワイ諸島	0.2	その他	4.8	フィリピン	9.4
インドネシア	0.0	フィリピン	3.8	アラスカ	3.3
フィリピン	0.0	ロシア	2.3	ロシア	2.4
韓国	0.0	アメリカ	2.3	カナダ	2.0
北朝鮮	0.0	カナダ	1.3	アメリカ	1.3
中国	0.0	ハワイ諸島	1.2	台湾	0.5
台湾	0.0	インドネシア	0.7	その他	0.4
ロシア	0.0	アラスカ	0.4	中国	0.3
カナダ	0.0	メキシコ	0.4	ハワイ諸島	0.2
アメリカ	0.0	台湾	0.3	インドネシア	0.2
アラスカ	0.0	北西ハワイ諸島	0.2	北西ハワイ諸島	0.1
ハワイ諸島	0.0	韓国	0.1	メキシコ	0.1
メキシコ	0.0	中国	0.1	韓国	0.0
中央アメリカ	0.0	北朝鮮	0.0	北朝鮮	0.0
その他	0.0	中央アメリカ	0.0	中央アメリカ	0.0
全漂着量合計	24.8	全漂着量合計	52.6	全漂着量合計	83.1
全漂流中合計	75.2	全漂流中合計	44.4	全漂流中合計	13.3
全流出量合計	0.0	全流出量合計	3.0	全流出量合計	3.6
南境界から流出	0	南境界から流出	48.3	南境界から流出	57.9
西境界から流出	0	西境界から流出	51.7	西境界から流出	33.7
北境界から流出	0	北境界から流出	0.0	北境界から流出	8.4

注：「その他」とは、パラオ、ミクロネシア連邦、マーシャル諸島、キリバスである。

b. 漂流経路及び漂流時間

(a) 一様分布からのシミュレーション

ケース1～3の計算結果を対象に、ミッドウェイ島、北西ハワイ諸島、ハワイ諸島、アメリカ合衆国西海岸、アラスカ、フィリピン及びロシアに漂着したごみの漂流経路及び漂流時間を調べた。北西ハワイ諸島、ハワイ諸島の区別は、図 3.3-22 に示す。解析結果を図 3.3-23 に示した。

ミッドウェイ島に漂着したごみのケース1の漂流経路は、黒潮及び黒潮続流に乗って北西側から近づくものと、赤道付近から赤道反流及び北赤道海流に乗って南側から近づくものに分かれていた。ケース2及びケース3では、ケース1とは異なり、漂流域はミッドウェイ島を中心として東西方向に分布していた。ケース2とケース3を比較すると、ケース2は漂流域がケース3よりも広く分布していた。漂流時間は漂着地に近いほど短くなっており、また、風の効果が強くなるにつれて漂流時間が短くなる傾向にあり、ケース3ではほとんどのごみが1年以内に漂着していた。漂流時間の長いものは、5年以上かけて漂着したものも見られた。

北西ハワイ諸島に漂着したごみの漂流経路及び漂流時間は、ミッドウェイ島のものと傾向が一致していた。

ハワイ諸島に漂着したごみの漂流経路は、北西ハワイ諸島に漂着したものと比べて漂流経路と出発地に違いが見られた。ケース1を見ると、出発地は漂着地の南側に分布しており、南西側から多く漂着していた。一方、風の効果が入ったケース2及びケース3は、漂流域が漂着地の北側及び東側に分布しており、北側から東側に向かい時計回りに循環する形で漂着していた。ケース2が、最も広範囲からハワイ諸島に漂着していた。漂流時間は、ケース2で最も長くなっており、次いでケース1、ケース3の順であった。

アメリカ合衆国西海岸に漂着したごみの漂流経路は、風の効果の有無で大きく異なっていた。ケース1を見ると、アリューシャン列島とアメリカ西海岸を結ぶ直線状に漂流域が分布しているのに対して、ケース2及びケース3は太平洋中緯度帯に広く分布していた。ケース2では、日本近海からの漂着量も多くなっていた。ケース1の漂流時間は漂着地に近いほど短くなっているが、ケース2では北緯35°付近を境に南側で漂流時間が長くなっていた。北緯30°付近では風が弱いため、漂流ごみはゆっくりと時間をかけて西へ移動し、黒潮に乗った後に黒潮続流及び偏西風によって比較的速やかにアメリカ合衆国西海岸に到達するものと考えられる。ケース2及びケース3の漂流経路の分布域は良く似ているが、漂流時間に違いが見られた。

アラスカに漂着したごみの漂流経路も同様に、風の効果の有無で大きく異なっていた。ケース1を見ると、漂流経路の分布域は概ねアラスカ湾に限定されており、2～3年をかけて漂流した後に漂着していた。一方ケース2及びケース3を見ると、北太平洋の北部海域に広く漂流経路の分布が見られ、ほとんどのごみが1年以内に漂着していた。

フィリピンに漂着したごみの漂流経路も同様に、風の効果の有無で大きく異なっていた。フィリピンに漂着するごみの分布範囲は、ケース1ではフィリピンの周囲及び東側に限定的であったが、ケース2及びケース3では、北太平洋に広範囲に広がっていた。特にケース2の分布範囲は広く、北緯40°以南の北太平洋ほぼ全域であった。日本近海からもケース2及びケース3では多くのごみが漂着していた。漂流時間は、漂着するごみの分布範囲が最も広いケース2で最も長くなっていた。

ロシアに漂着したごみの漂流経路は、風の効果の有無による変化は比較的小さくなっていた。ケース2とケース3では、ロシアに漂着するごみの分布範囲及び漂流時間は、ほぼ同様であった。漂流時間は、ケース1で最も長くなっていた。

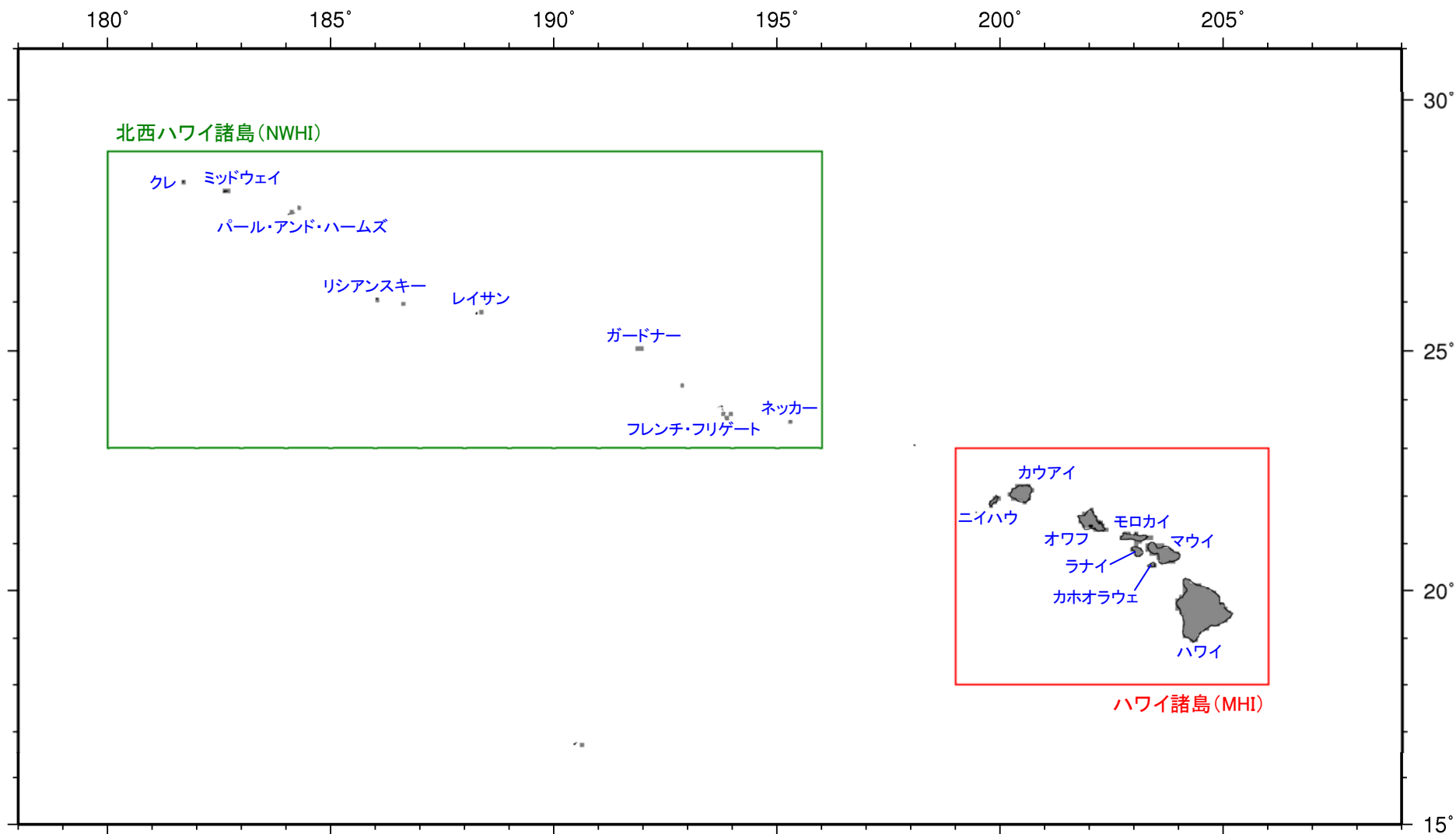


図 3.3-22 北西ハワイ諸島とハワイ諸島の区別

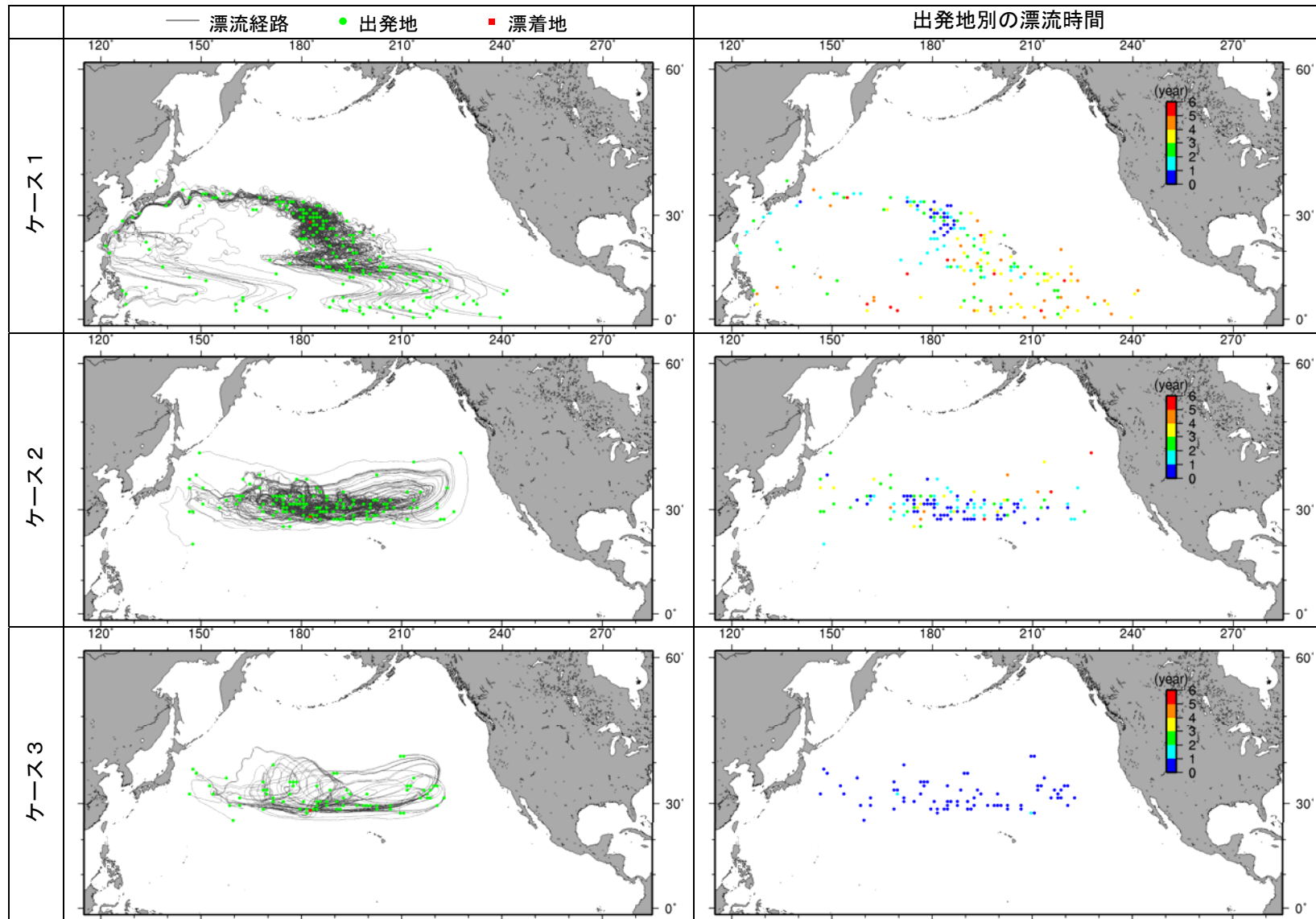


図 3.3-23(1) ミッドウェイ島に漂着したごみの漂流経路と漂流時間

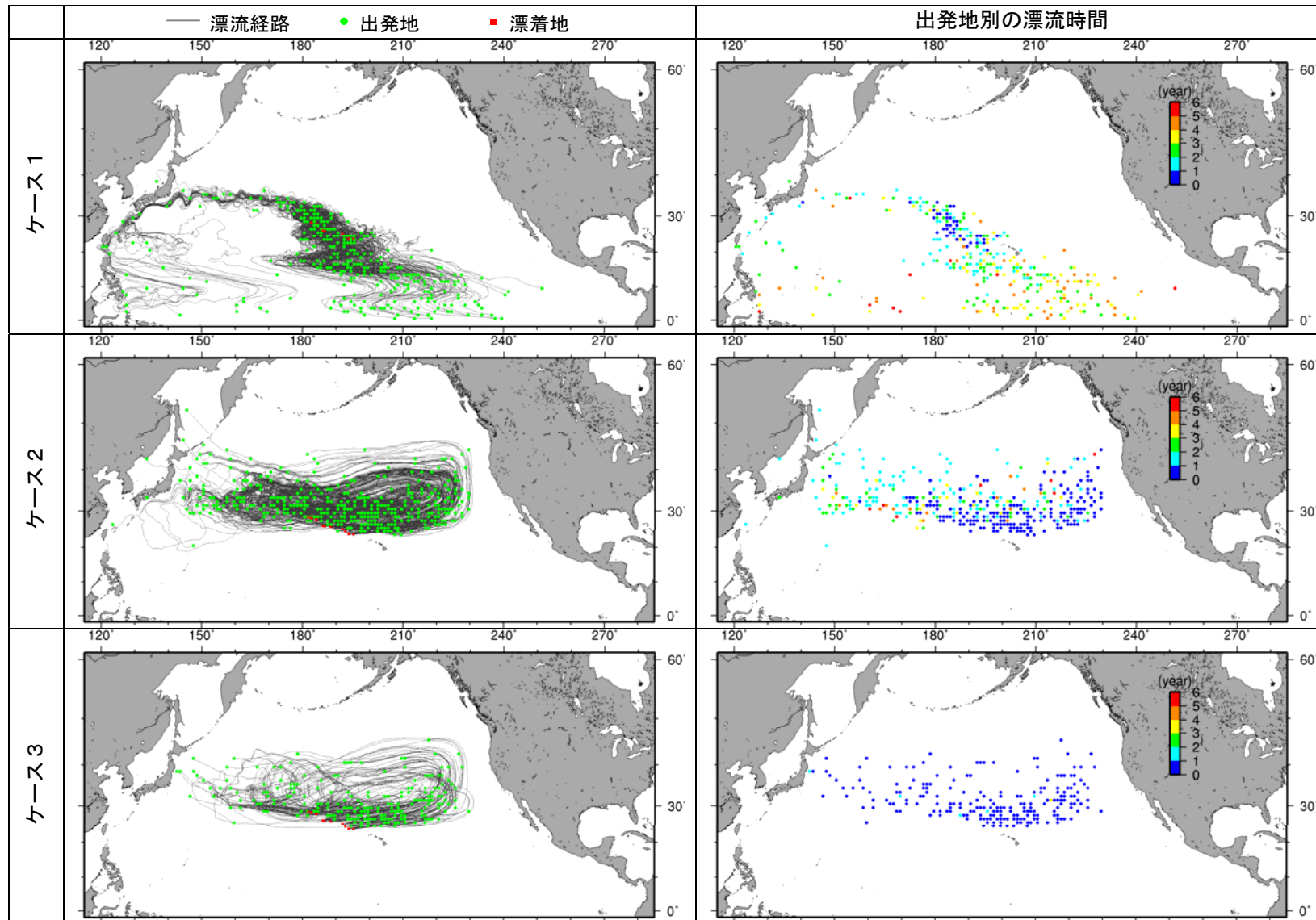


図 3.3-23(2) 北西ハワイ諸島 (NWHI) に漂着したごみの漂流経路と漂流時間

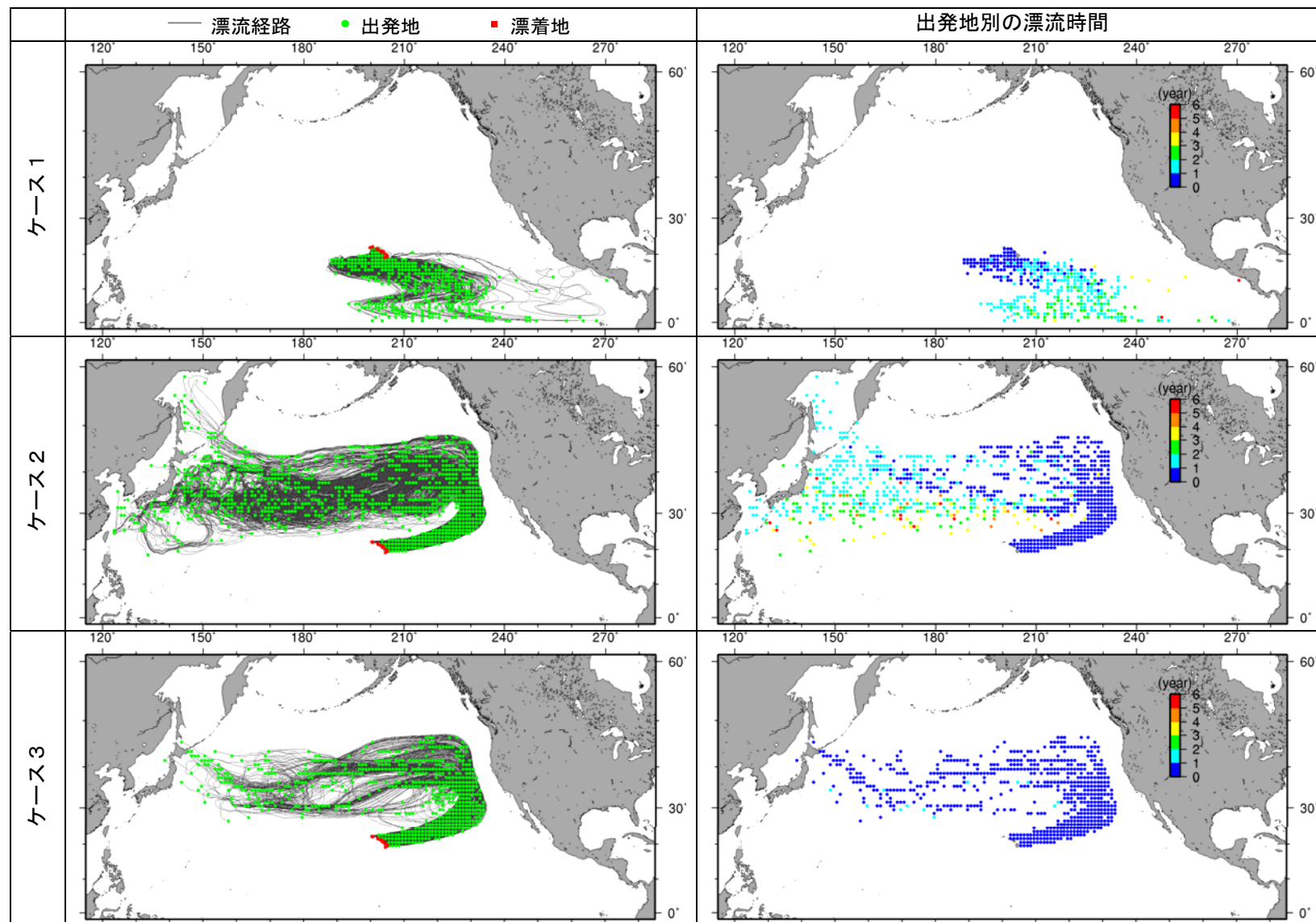


図 3.3-23(3) ハワイ諸島に漂着したごみの漂流経路と漂流時間

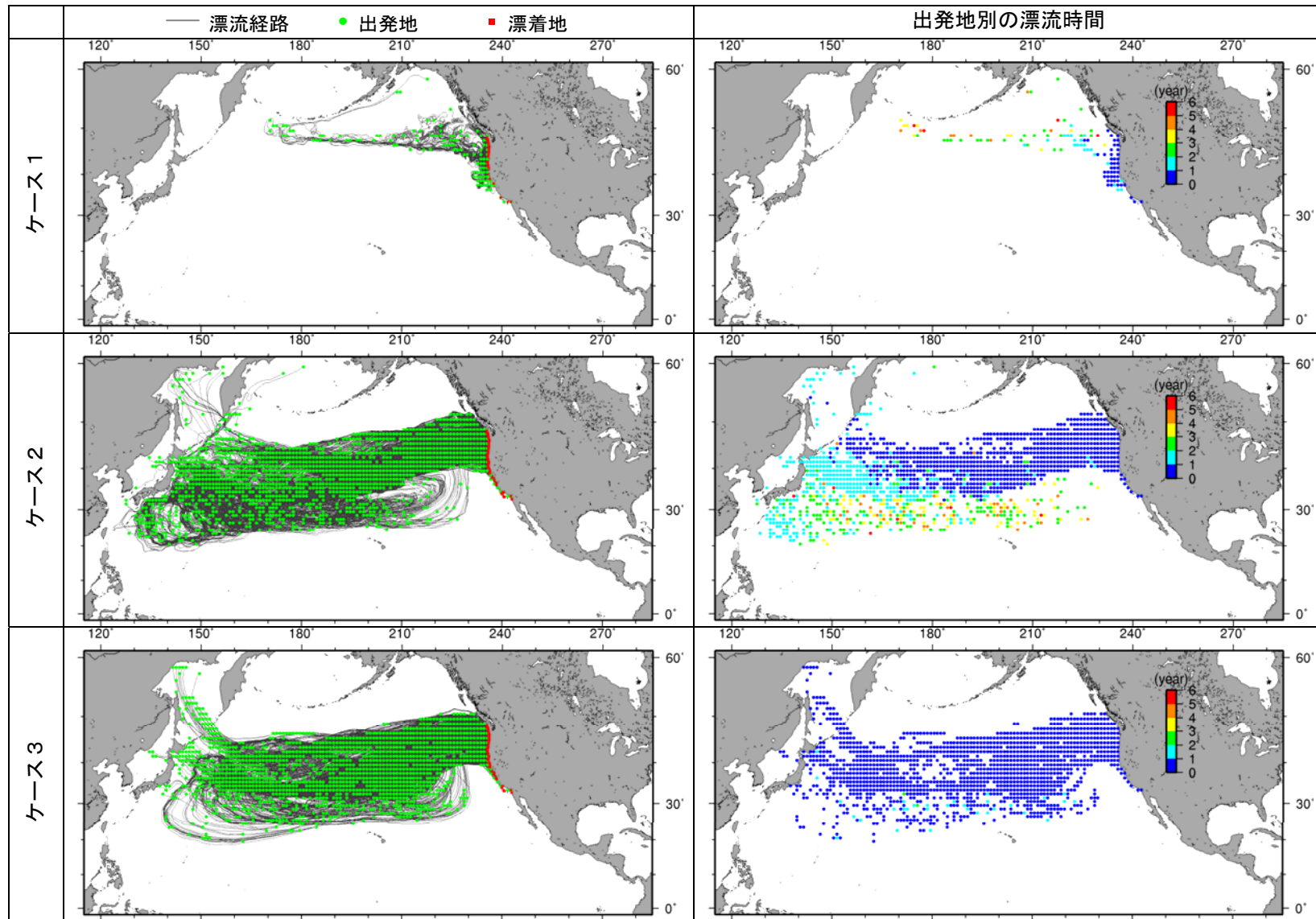


図 3.3-23(4) アメリカ合衆国西海岸に漂着したごみの漂流経路と漂流時間

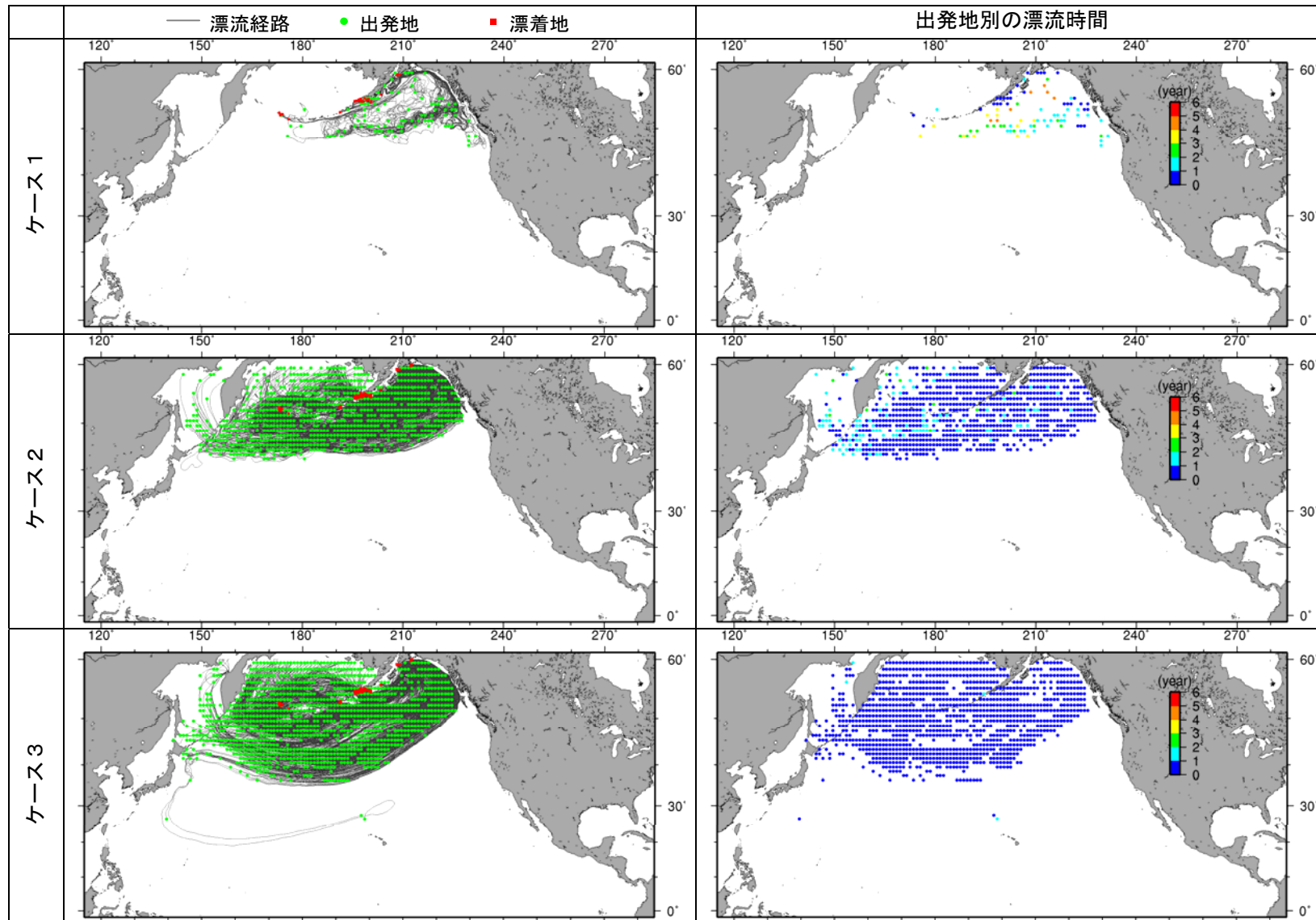


図 3.3-23 (5) アラスカに漂着したごみの漂流経路と漂流時間

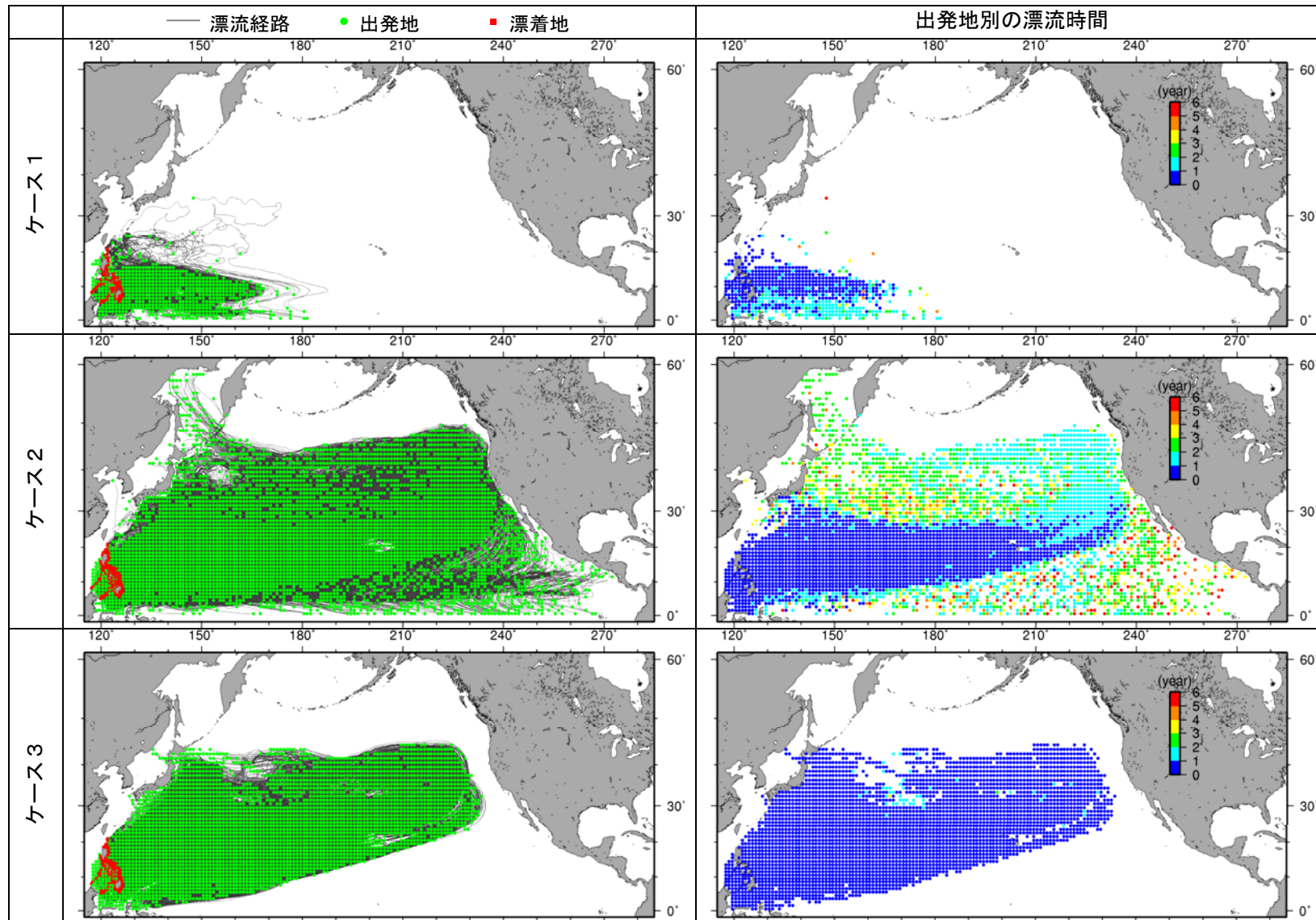


図 3.3-23(6) フィリピンに漂着したごみの漂流経路と漂流時間

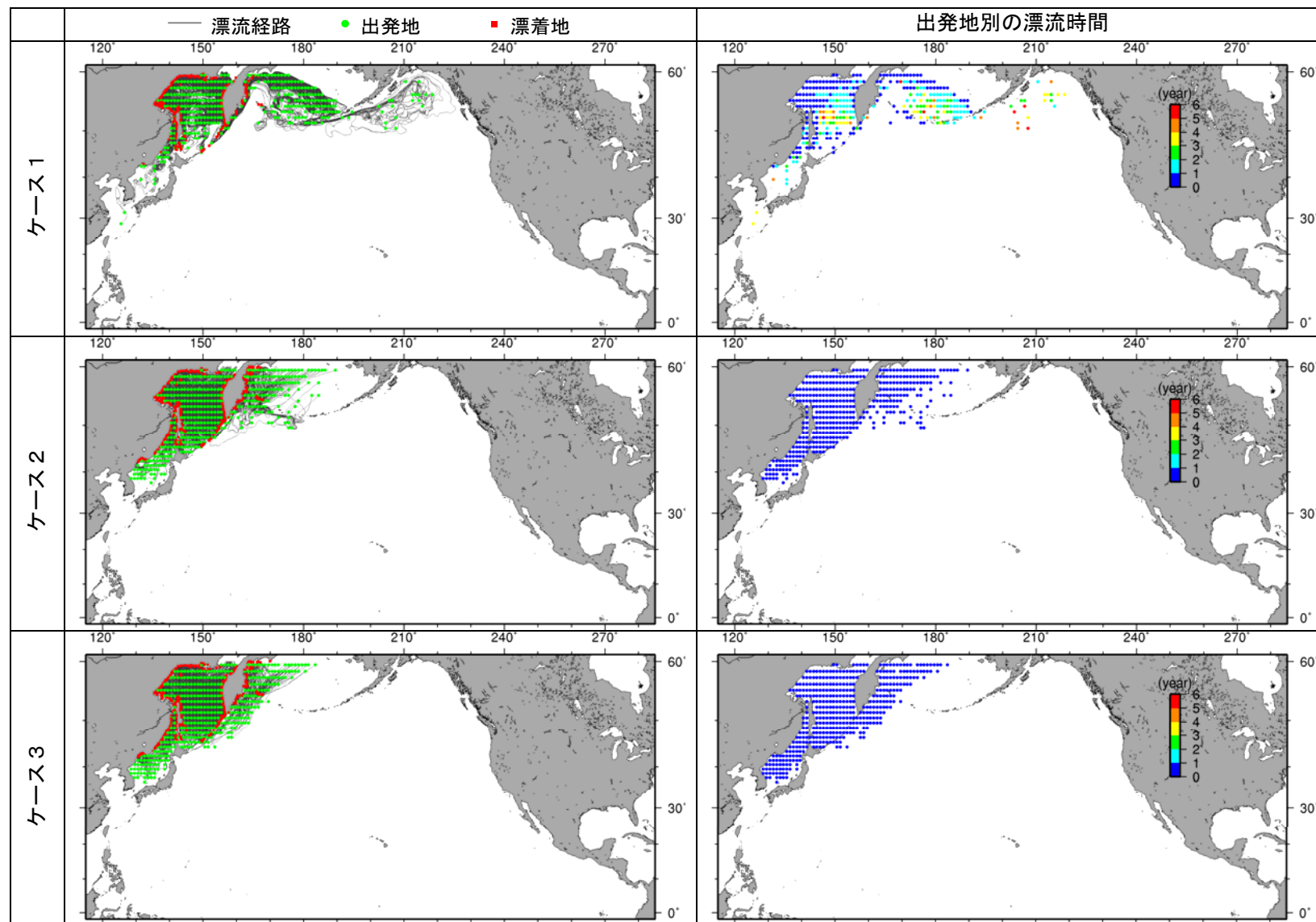


図 3.3-23 (7) ロシアに漂着したごみの漂流経路と漂流時間

(b) 沿岸から継続的に投入するシミュレーション

ケース4～6の計算結果を対象に、ミッドウェイ島、北西ハワイ諸島、ハワイ諸島、アメリカ合衆国西海岸、アラスカ、フィリピン及びロシアに漂着したごみの漂流経路及び流出地別漂流時間（最短、平均、最長）を調べた。北西ハワイ諸島、ハワイ諸島の区別は、図 3.3-22 に示したとおりである。解析結果を図 3.3-24 に示した。

漂流経路は、基本的には一様分布からのシミュレーション（ケース1～3）のものとよく似ていた。ケース1～3との違いは、投入点が沿岸に限定されているため、陸のない北太平洋の南部海域を出発点とするものがないことである。日本発のものに着目してみると、以下のようであった。

ミッドウェイ島に漂着するごみの漂流経路を見ると、ケース4及びケース5では日本からのごみが漂着していたが、ケース6では日本からのごみも含めていずれの国のごみも漂着していなかった。これは、ミッドウェイ島がモデル中で1セルでしか表現できておらず、そのため漂着確率が非常に低いことが原因と考えられる。ミッドウェイ島を含む北西ハワイ諸島で見ると、島の数が増えることから、漂着するごみが現れている。北西ハワイ諸島では、いずれのケースでも日本からのごみが漂着している。

ミッドウェイ島を含む北西ハワイ諸島までの日本からの漂流時間は、ケース4では平均2.4年で、短いものでは1.3年で到達していた。ケース4とケース5では大きな違いは見られないが、ケース6では半年程度で到達していた。

ハワイ諸島に漂着するごみの漂流経路を見ると、ケース4では北アメリカ発のもののみであったが、これは全てハワイ島から投入したものであった。ケース5及びケース6では、日本からのごみも漂着していた。日本からの漂流時間は、ケース5では平均2年、ケース6では平均で半年程度であった。北アメリカ発の漂着数が多くなっているのは、ハワイ島から投入したごみが、投入後すぐに漂着しているためである。ケース5及びケース6の北アメリカ発のごみに関しても、全てハワイ島から投入したものであった。

アメリカ合衆国西海岸に漂着するごみの漂流経路を見ると、ケース4では北アメリカから投入したもののみであったが、ケース5及びケース6では日本からのごみも漂着していた。日本からの漂流時間は、ケース4では平均1.7年、ケース3では平均0.5年であった。ケース6では、最短で日本から0.3年で到達しているものも見られた。

アラスカに漂着するごみの漂流経路を見ると、日本からはケース4及びケース5では到達せず、ケース6のみが到達していた。日本からの漂流時間は平均0.4年であった。

フィリピンに漂着するごみの漂流経路を見ると、ケース5及びケース6で日本からのごみが漂着していた。また、ケース5では、北太平洋の全ての国から漂着していた。日本からの漂流時間は、ケース5では平均では2.5年であるが、最短では0.2年であった。ケース6では、平均で0.3年、最短では0.1年でと非常に短時間であった。

ロシアに漂着するごみの漂流経路を見ると、ケース5及びケース6で日本からのごみが漂着していた。日本からの漂流時間は、ケース5では平均0.6年、最短で0.1年であり、ケース6では平均0.1年、最短では投入直後であり、全体的に短時間であった。

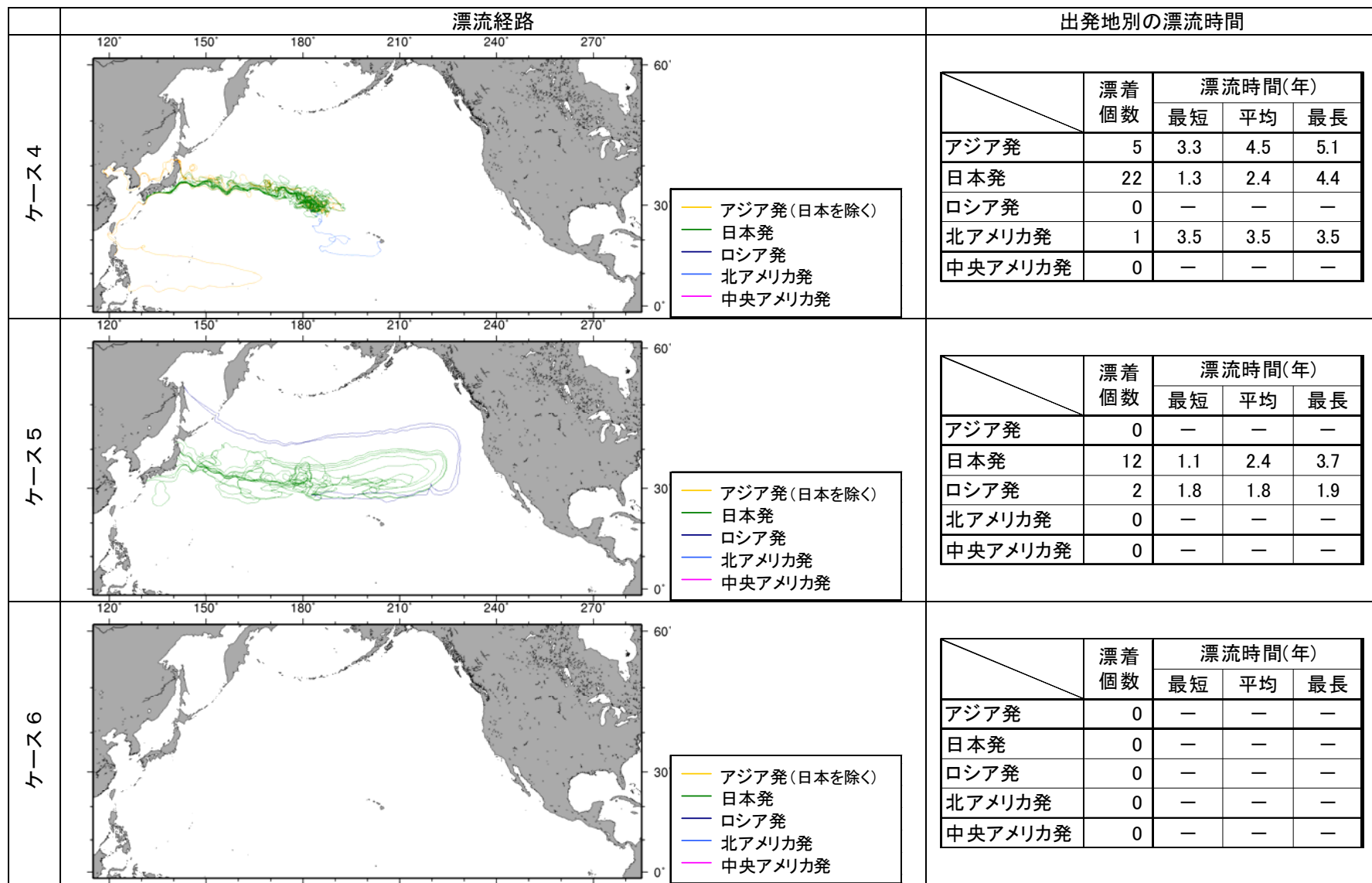


図 3.3-24(1) ミッドウェイ島に漂着したごみの漂流経路と漂流時間

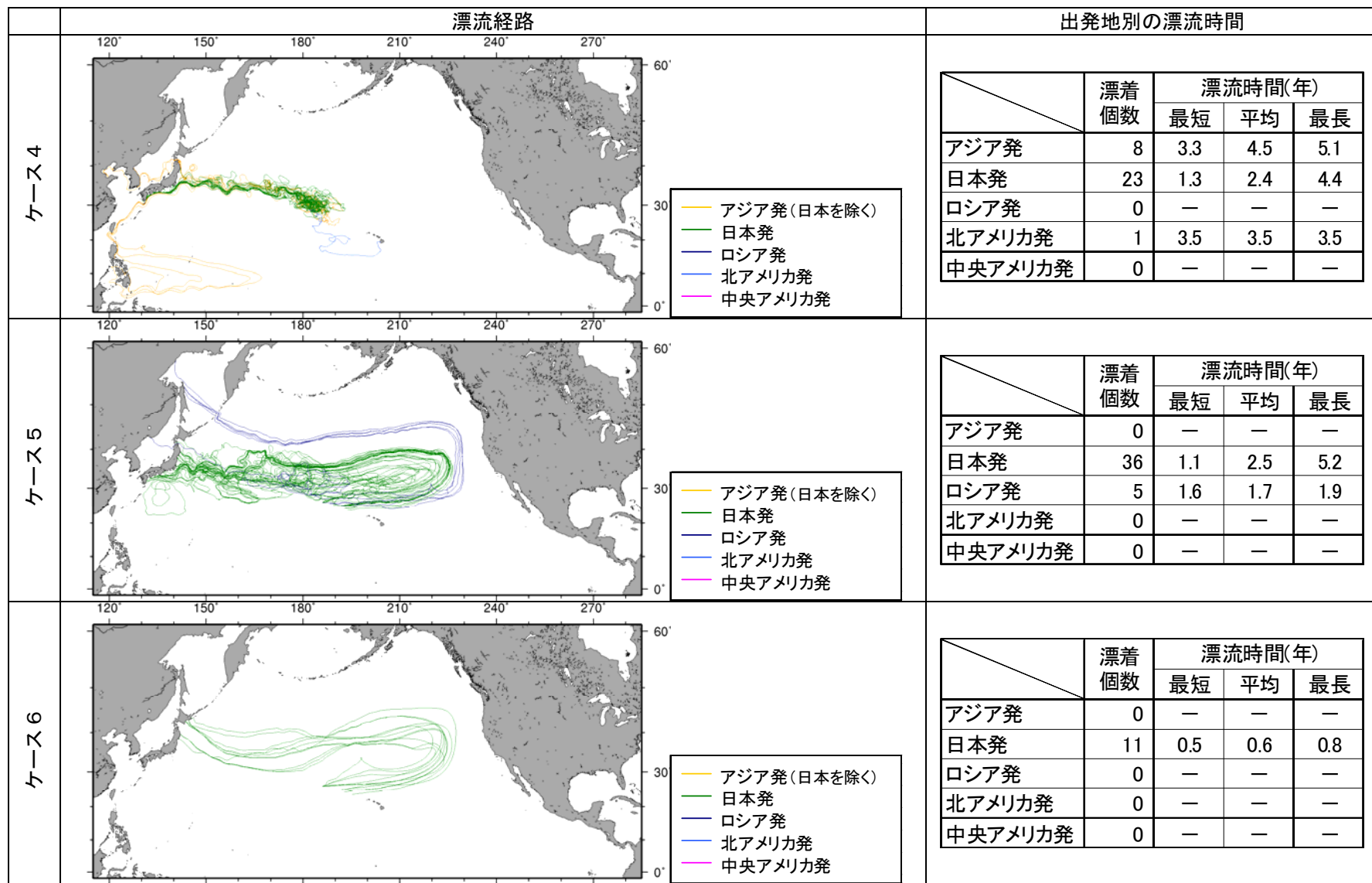


図 3.3-24(2) 北西ハワイ諸島(NWHI)に漂着したごみの漂流経路と漂流時間

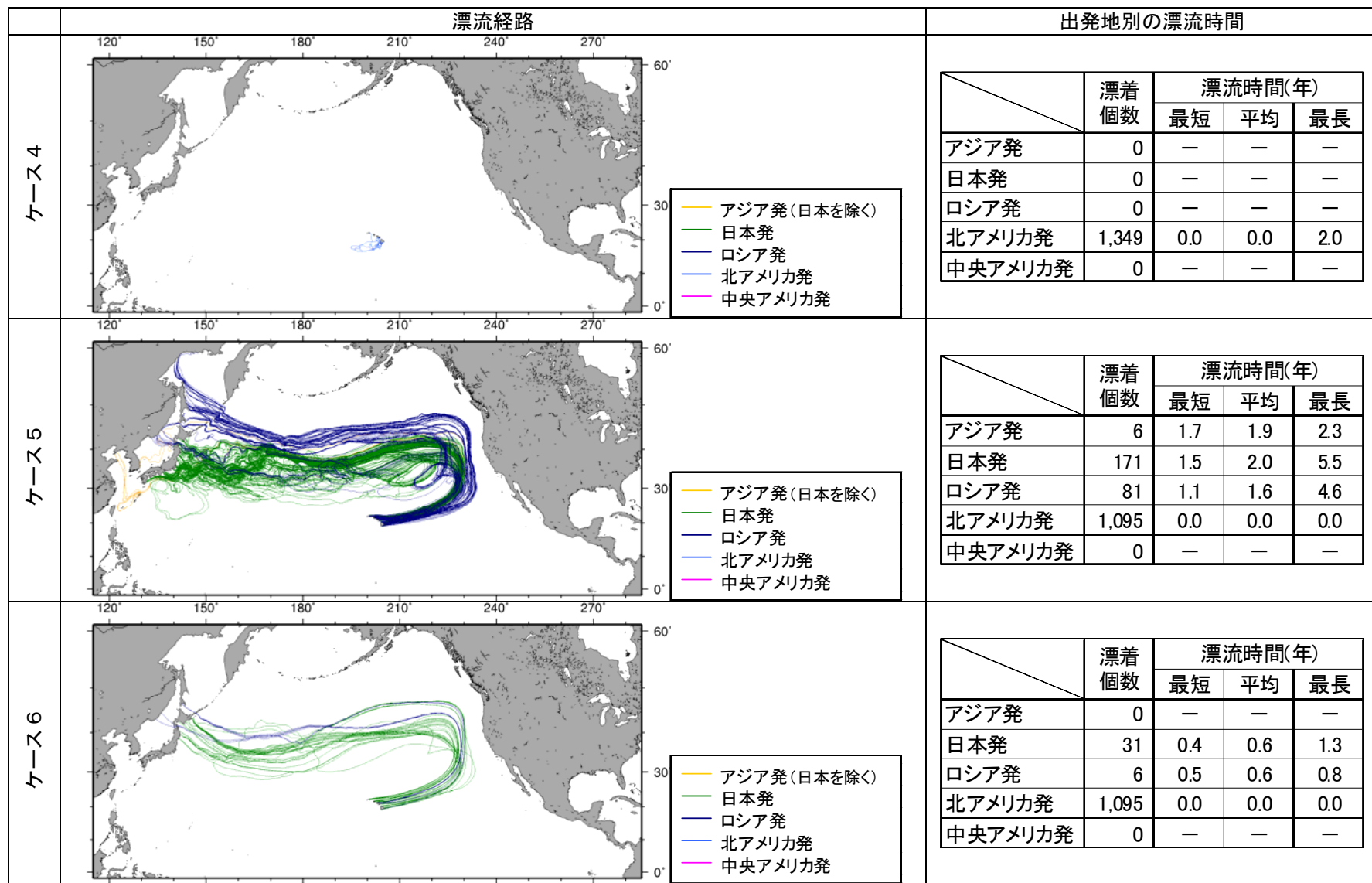


図 3.3-24(3) ハワイ諸島(MHI)に漂着したごみの漂流経路と漂流時間

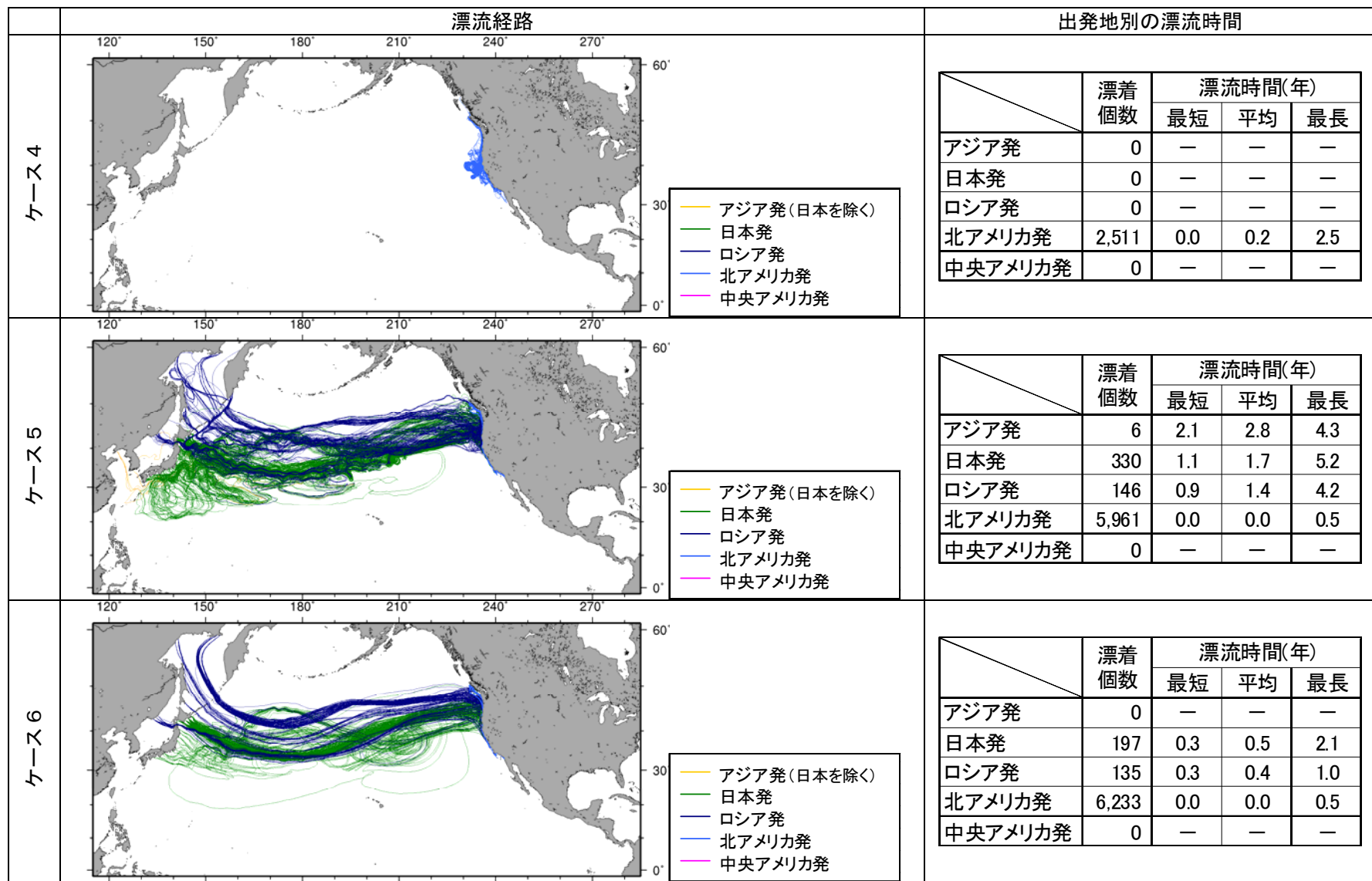


図 3.3-24(4) アメリカ合衆国西海岸に漂着したごみの漂流経路と漂流時間

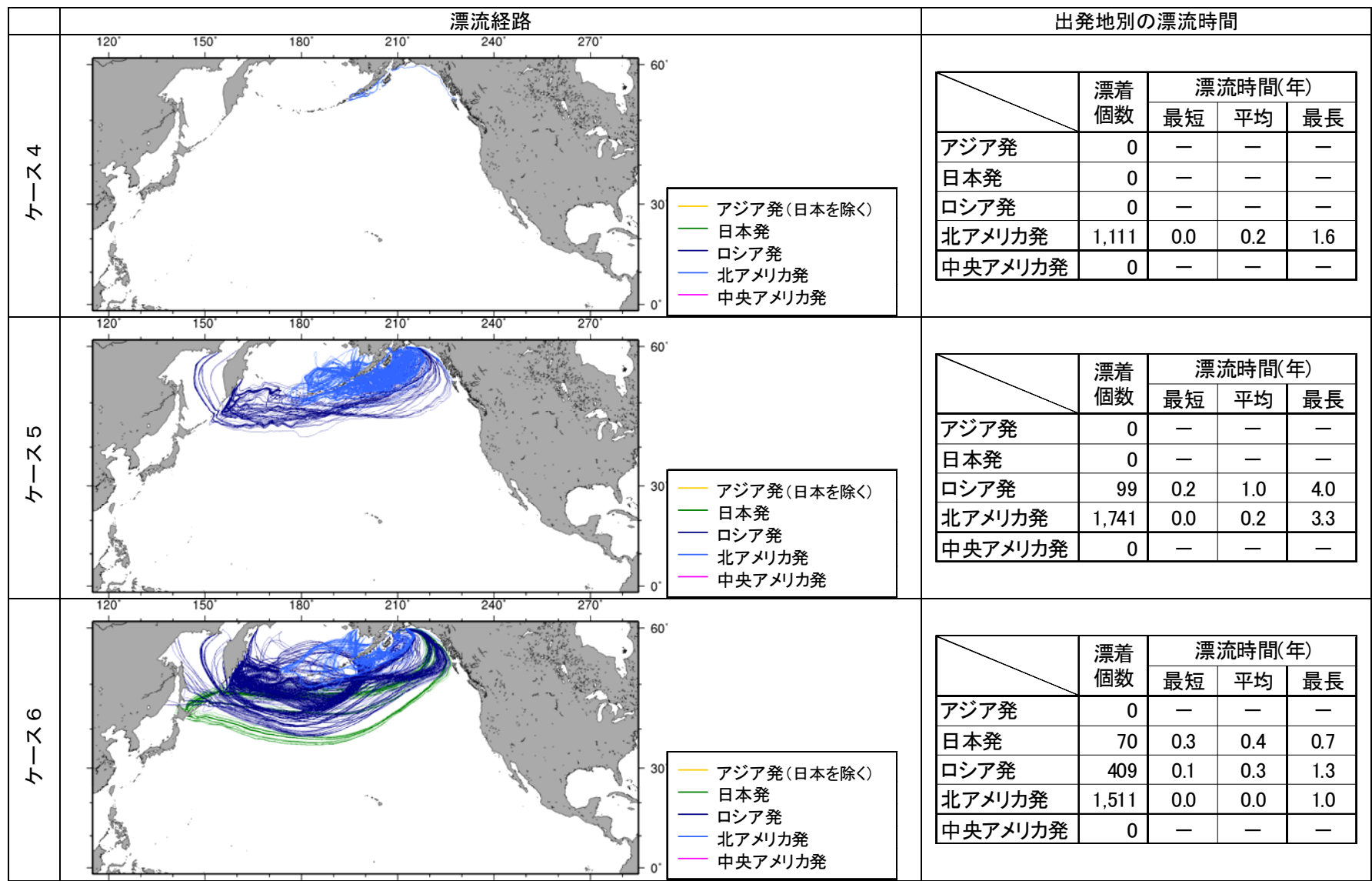


図 3.3-24 (5) アラスカに漂着したごみの漂流経路と漂流時間

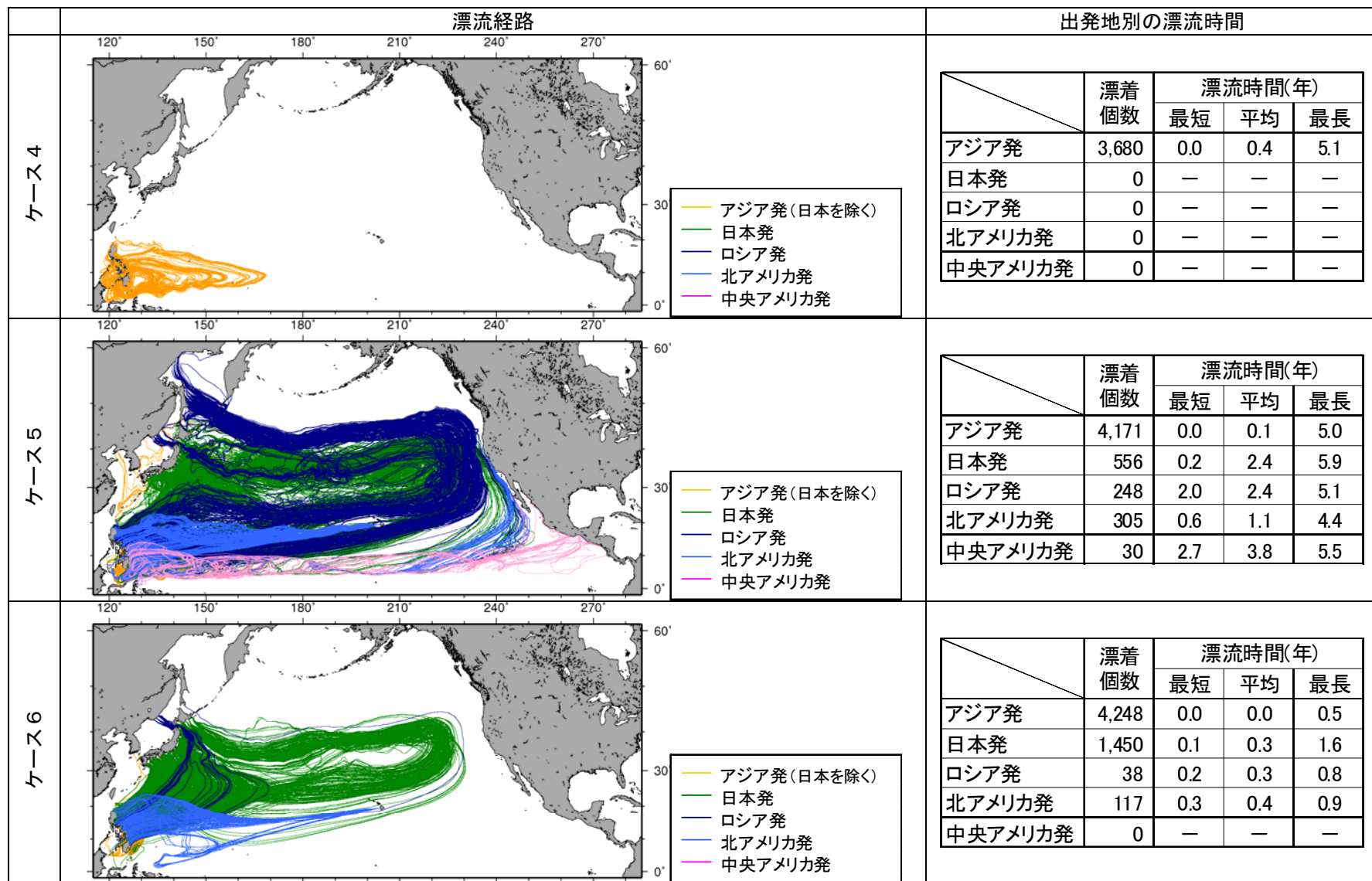


図 3.3-24(6) フィリピンに漂着したごみの漂流経路と漂流時間

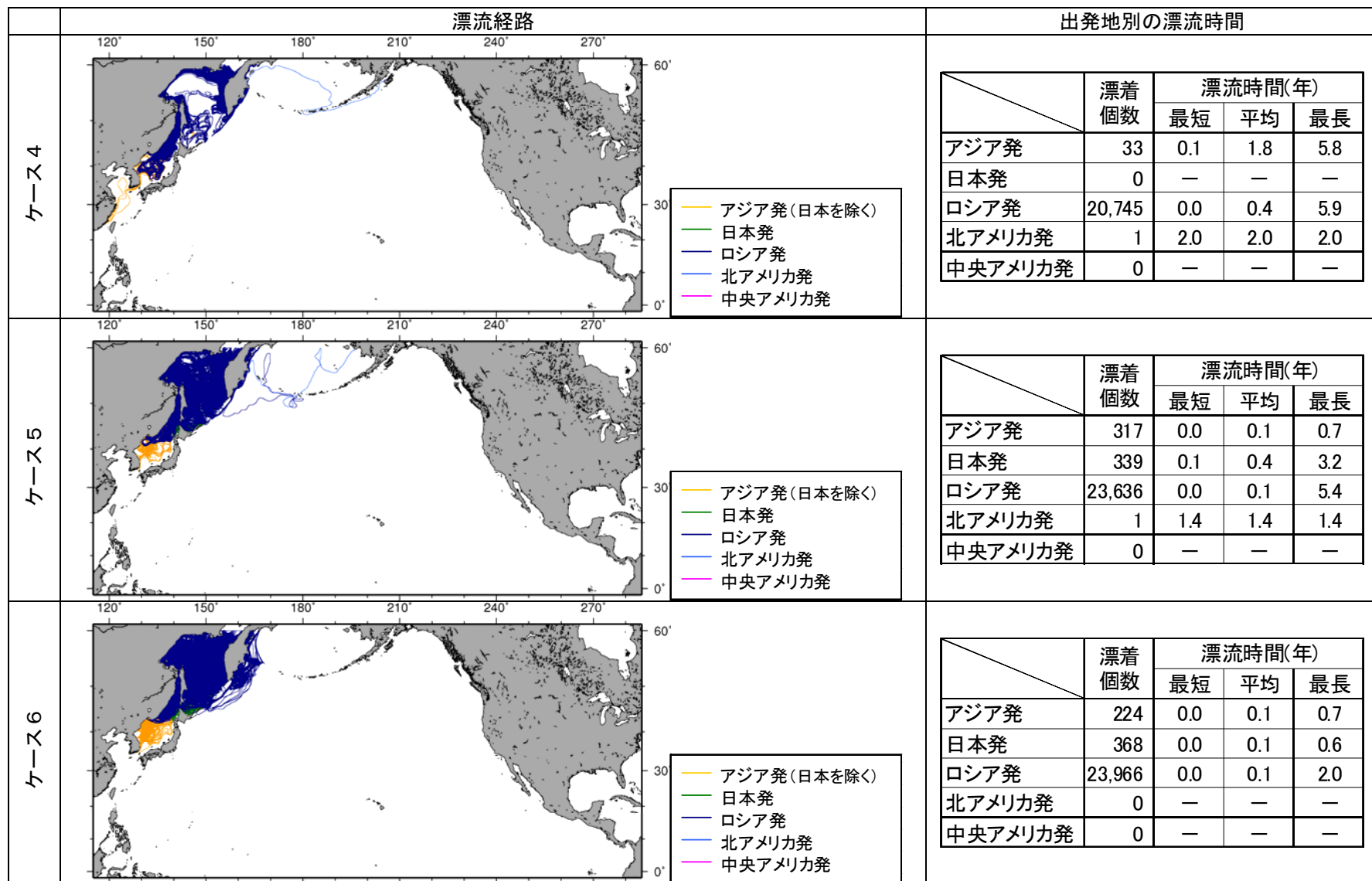


図 3.3-24(7) ロシアに漂着したごみの漂流経路と漂流時間

c. 日本から流出したごみの漂流分布の時間変動

(a) 日本から流出したごみの漂流分布の経年変動

日本から流出したごみについて、1年後～6年後の毎年のごみの漂流・漂着状況を、各ケースについて図 3.3-25～図 3.3-27 に示した。

風圧流の影響のないケース4では、黒潮続流に沿って東向きに漂流し、毎年東側へ漂流分布の範囲が広がっている。4年後以降、ハワイ北東部にごみの集積密度の最も高い場所が現れており、この場所のごみの密度は年を追うごとに高くなっている。このケースでは、ハワイ諸島への漂着は見られていない。

一方、風圧流の影響のあるケース5では、3年後以降、ごみが漂流している分布に顕著な年変動は見られない。漂着分布は、漂着のある地域で年を追うごとに漂着密度が高くなっており、ハワイ諸島、アメリカ西海岸、フィリピン等で漂着が見られる。

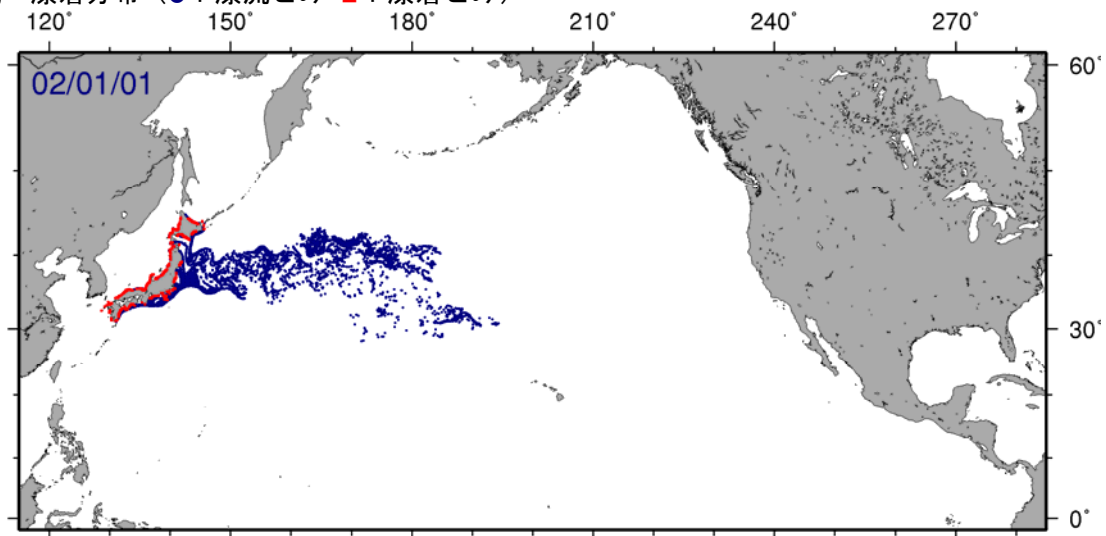
ケース6は、ケース5と同様の傾向を示しており、2年後以降、漂流分布に顕著な年変動は見られない。計算開始から1年後には、アメリカ西海岸やフィリピンでも漂着が見られており、その漂着密度は年々増加している。計算開始から6年後には、日本以外ではフィリピンで最も漂着密度が高くなっていた。

(b) 日本から流出したごみの漂流分布の季節変動

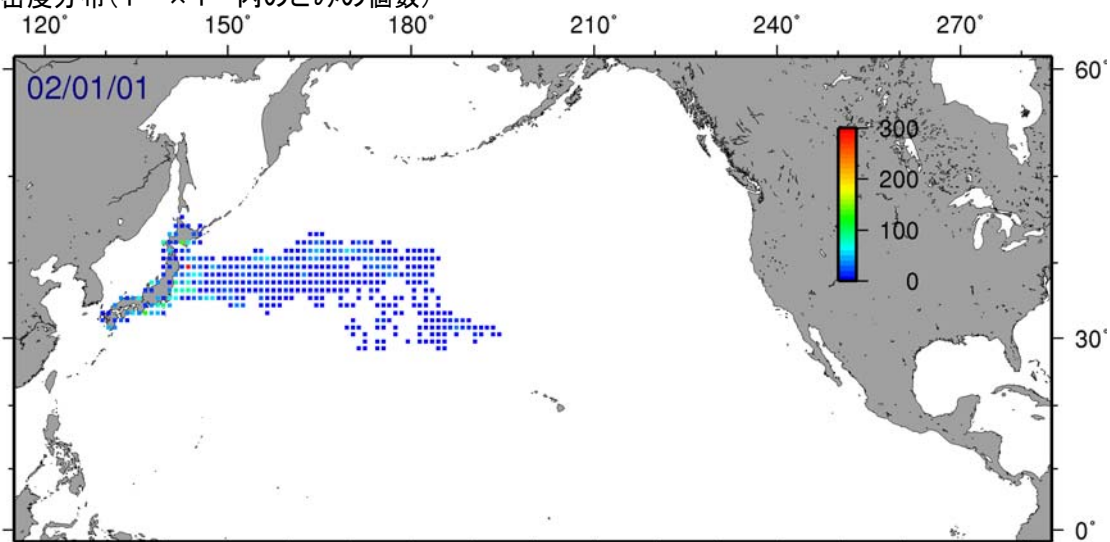
日本から流出したごみについて、6年後の1月～12月の毎月のごみの漂流状況を、各ケースについて図 3.3-28～図 3.3-30 に示した。

風圧流の影響のないケース4では、毎月のごみの漂流分布に大きな差は見られない。一方、風圧流の影響のあるケース5及びケース6では、季節変動が大きいことがわかる。上述した経年変動では、ケース5及びケース6では時間変動がほとんど見られなかったことと対照的である。このことは、現地調査を行った場合、風圧流の影響を受けるごみについては、調査結果として得られる漂着ごみの分布に調査時期による違いが生じることを示唆している。

漂流・漂着分布 (●: 漂流ごみ ■: 漂着ごみ)



漂流密度分布(1° × 1° 内のごみの個数)



漂着密度分布(1° × 1° 内のごみの個数)

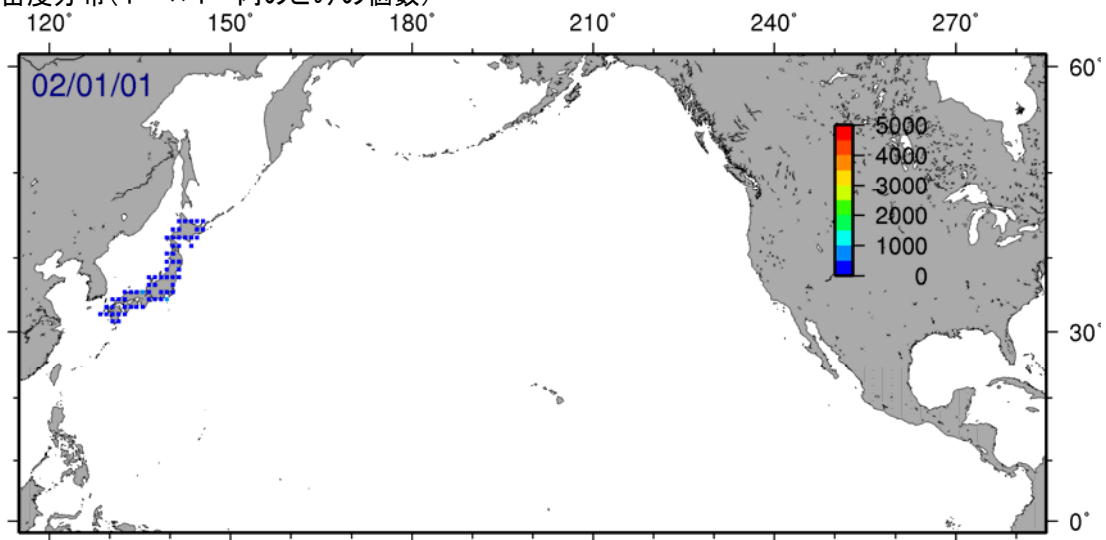


図 3.3-25(1) 漂流計算結果 (ケース4、計算開始から1年後、日本からの流出)