

(5) 考察

これまでミッドウェイ諸島やハワイ諸島などに日本のごみがあると指摘されていたが、今回のシミュレーションにおいても、日本の沿岸から流出したごみがそれら地域へ漂着しうることが確認された。これらの場所は、日本から流出したごみが特に多く漂着する地域ではなかったものの、他の地域に比較して日本の影響が大きいことが示唆された。日本から流出したごみの漂着量としては、ミッドウェイ諸島やハワイ諸島よりも、これまで日本のごみに関する指摘はないものの、フィリピン等多い可能性が示唆された。フィリピンについては、日本だけでなく他国や洋上からの漂流ごみが漂着し易い地域であることも示唆されており、今後の協力体制の検討が必要と考えられる。今回のシミュレーション結果は、これまで日本のごみが漂流・漂着していると指摘されていた場所以外の北太平洋の大部分の場所においても、日本のごみが漂流・漂着しうことを示している。

ミッドウェイ諸島など日本から遠く離れた場所において日本製と特定できる手がかり(文字情報など)を残したごみがあることは、必ずしも日本の沿岸から流出したものではないと考えられ、船舶等の洋上からの発生が考えられる。一方で、破片化したプラスチックなどは、日本のごみと特定はできないものの、日本の沿岸から流出し、漂流過程で破片化したものである可能性も考えられる。これらのことは、日本国土と洋上の船舶との両方について、日本のごみの発生源として捉え、今後対策を検討していく必要があることを示している。

ここでは、今後、これらの発生源対策を検討するために、不足している知見について以下に整理した。

a. 実態把握に不足している知見の整理

我が国から国外へ流出したごみの実態把握に関して、不足している知見について既存文献調査及びヒアリング結果を踏まえて整理した。

(a) 我が国から流出するごみの量及び種類

文献調査及び有識者ヒアリングにより、国外において日本のごみが漂着していることが確認された。また、シミュレーションによっても、日本沿岸から流出したごみが、北太平洋の大部分へ漂流・漂着しうることが示唆された。しかしながら、その量がどの程度であるのか、どのような種類のごみが多いのかについて、定量的な評価はまだなされていない。今後、対策の検討に当たっては、ごみの量及び種類の定量的な把握が必要である。また、日本沿岸のみならず、我が国の船舶から流出しているごみの量及び種類についての定量的な評価も必要と考えられる。

(b) 我が国から流出するごみの定量化手法

我が国から流出するごみの量を把握するためには、定量的に把握するための手法についての検討が必要である。また、文献調査及び有識者ヒアリングにより洋上の船舶から発生するごみがあることが指摘されていることから、我が国の船舶から発生するごみについても、定量的に把握する必要があり、その手法の検討が必要と考えられる。

b. シミュレーション精度向上の必要性の検討

上述したように、今後、日本から流出するごみの定量的な把握が必要であるが、その手法の一つとして漂流シミュレーションが有効であると考えられる。よって、シミュレーションの精度向上のために今後必要な検討を以下に整理した。

(a) シミュレーションの条件設定

今回のシミュレーション結果は、洋上におけるごみの集積状況や漂流経路については、既往の研究等との一致が見られた。一方で、海岸に漂着したごみの国別割合については、既往の現地調査結果との良好な一致は見られなかった。この要因として、下記の点が挙げられる

- 1) 投入数が少ない
- 2) 投入点が少ない
- 3) 計算期間が短い（本業務では6年間）
- 4) 沈下率の種類が少ない
- 5) 漂流途中での沈降、分解による沈下率の変化を考慮していない
- 6) 沿岸の投入数の分布が、実際の流出量及びごみの種類の分布を反映していない
- 7) 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）

これらのうち1)～4)については、計算機能力及び計算を実施する期間が十分であれば、現在ある知見において解決できると考えられる。

5)については、現時点で知見がほとんどないと考えられること、また、多少の知見が得られたとしても、実際には気象・海象条件による変化が大きいと考えられることから、この効果を定量的にモデル化することは困難と考えられる。日本沿岸からの流出を想定した場合、この影響が大きくなる日本から遠く離れた地域の国別割合を正確にすることが重要ではなく、日本からの流出量を日本近海において正確に把握することが、発生源対策の検討に当たっては重要であると考えられる。ただし、洋上の船舶からの流出に対する発生源の検討に際しては、日本近海のみを対象を限定することはできない。

以上のことから、今後、日本沿岸からの漂流ごみの発生源対策の検討に当たっては6)に関する調査・検討が重要であり、また、洋上の船舶からの漂流ごみの発生源対策の検討に当たっては7)に関連するごみの量及び種類に関する調査・検討を進めていくことが必要である。

(b) シミュレーション結果の検証方法

シミュレーションにより日本からのごみの流出量を把握するためには、シミュレーション結果の精度を高めることが必要である。そのためには、シミュレーション結果の検証が十分に行われる必要がある。今回のシミュレーションでは、①既往のシミュレーション結果との比較、②漂流ブイの漂流経路との比較、③漂着ごみの国別割合の現地調査結果との比較により、計算結果の検証を行った。日本近海で流出量を正確に把握するために有効な方法は、日本近海における漂流量の把握及び、近海の離島での漂着量の把握と考えられることから、③の方法と考えられ、今後これに関する調査・検討が必要である。

3.3.3 とりまとめ

(1) 既存文献及びヒアリング調査

a. 国外における日本製のごみの状況

日本製のごみに関する情報として、表 3.3-11 に示す場所及びごみの種類に関する知見が得られた。ごみの種類は、生活系と漁業系のものが指摘されていた。また、流出場所としては、日本沿岸及び洋上の漁船が指摘されていた。

表 3.3-11 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)、 Merrell (1984)
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)
	ライター (コアホウドリが誤飲したもの)	藤枝 (2003)
Pearl and Hermes Reef (北西ハワイ諸島)	底引き網	Gregory (2004)
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)

b. シミュレーションに必要となる情報

(a) 得られた知見

漂流シミュレーションに関する情報として、得られた知見を以下に示す。

- 漂流シミュレーションには、流れと風の両方を考慮する必要がある。
- 風による影響は、風が直接ごみを押し流す風圧流として考慮できる。
- 風圧流の計算にはごみの沈下率が必要であるが、ごみの種類によって沈下率は異なり、時間変化もある。

(b) 今後の課題

文献及びヒアリング調査結果から、漂流シミュレーションに関する課題を以下に示す。

- 沿岸から流出するごみの量及び種類が不明
- 沿岸から流出するごみの量及び種類に関する空間分布及び時間変動が不明
- 漂流途中でのごみの沈降、破片化の時間変化に関する定量的な知見がない
- 漂流途中におけるごみの沈下率の時間変化に関する定量的な知見がない
- 再漂流の量（割合）に関する知見がない
- 漂着量に与える海岸地形（勾配等）の影響のモデル化に関する知見がない

(2) 漂流シミュレーション

a. 得られた知見

漂流シミュレーションの実施により、得られた知見を以下に示す。

(a) 日本沿岸から漂着までの時間スケール

- 北西ハワイ諸島：ごみの種類により、平均7.2ヶ月～2年半（最短6ヶ月～最長5年2ヶ月）
- ハワイ諸島：ごみの種類により、平均半年～2年（最短4.8ヶ月～最長5年半）
- 上記の時間スケールの違いは、ごみの種類（沈下率）及び流出場所に起因する。

(b) 日本のごみの発生、漂流・漂着状況

- 日本製のごみの発生源は、日本沿岸だけでなく、洋上の可能性もある。
- 日本沿岸からのごみは、北太平洋の多くの国に漂着している状況にある。
- 北西ハワイ諸島及びハワイ諸島は、他の地域に比べて日本からのごみが多く漂着する場所でないが、他国からのごみが少ないため、日本からのごみの割合が相対的に高い。
- フィリピン、アラスカ等は、日本からのごみが多く漂着しており、特にフィリピンは他国も含め洋上の広い範囲からのごみが集積している。
- 北太平洋における漂流ごみの高密度集積域では、日本からのごみの割合が他国に比べて高い。
- 漂着までの時間スケールがごみの種類によって異なり、沈下率の小さい（沈んでいる割合の少ない）ごみは日本沿岸から比較的速やかに他国に漂着する。
- そのため、沈下率の小さいごみは、破片化する前に日本沿岸から他国に漂着する可能性がある。
- 他方、漂流時間が数年単位のごみもあり、日本から流出したごみが、破片化した後に北太平洋の広い範囲に漂流・漂着している可能性がある。

b. 今後の課題

漂流シミュレーションを実施した結果を踏まえ、今後の課題を以下に示す。

- 各国の沿岸から流出するごみの量及び種類、その空間分布が不明であるため、シミュレーション結果と現地調査結果の国別割合による比較が困難。
- 洋上においてもごみが発生していると考えられるが、その量及び種類、国籍、それらの空間分布が不明。

(3) 対策の検討に不足している知見の整理

国外流出調査の結果を踏まえ、今後の対策の検討に不足している知見を以下に示す。

a. 実態把握に不足している知見

- 我が国から流出するごみの量及び種類
- 我が国沿岸から流出するごみの定量化手法
- 洋上で発生するごみの量及び種類
- 北太平洋に集積した漂流ごみの状況の把握手法
- 北太平洋に集積した漂流ごみによる影響の把握手法

b. 漂流シミュレーション精度向上に不足している知見

- ごみの量及び種類の条件設定（特に沿岸から流出するごみの量の分布）
- シミュレーション結果の検証方法

3.3.4 今後の調査の方向性と内容の検討

本調査結果により、日本沿岸から流出したごみは、北太平洋の多くの国に漂着している状況にあることが示唆された。今後、対策を検討していくためには、まずは日本沿岸から流出するごみの量や種類をできるだけ定量的に把握する必要がある。この量及び種類を把握することで、発生源対策の検討や、流出するごみを回収した場合に必要な費用の推定、既存の焼却場や最終処分場において処分可能かどうか等の検討が可能となる。

日本から流出するごみの量を推定する手法としては、現地調査による方法と漂流シミュレーションによる方法が考えられる。以下に、それらの方法について検討した。なお、現地調査の方法として、海外の海岸における日本のごみの量を調査することで、日本からの流出量を推定することも考えられるが、海外の海岸における現地調査は現実的ではないことから、ここでは検討の対象としないこととした。

(1) 現地調査の必要性

本調査では、漂流シミュレーションにより、日本から北太平洋へと流出するごみの漂流経路について、一部の例外を除いて再現できていると考えられた。そこで、漂流シミュレーションの初期値となる日本沿岸から流出するごみの量を精度良く与えることができれば、日本から北太平洋へのごみの流出量をシミュレーションにより推定可能と考えられた。

一方、現地調査により日本から北太平洋へと流出するごみの量を推定するためには、日本の太平洋側の海岸においてどの程度の範囲を調査可能であるかにより、その精度が異なると考えられる。日本の長い海岸線を考慮すると、調査可能な範囲は、全体のごく一部に限られることは必至であり、精度良く推定することは困難であると推察される。

以上のことから、日本沿岸から流出するごみの量を推定するためには、漂流シミュレーションによる方法が推奨され、現地調査による推定については相対的にその必要性は低いと考えられる。

(2) 現地調査を行う場合に検討すべき留意事項等

上述したように、日本沿岸から流出するごみの量を推定するためには、漂流シミュレーションを用いることが推奨される。その際のごみの初期条件の設定は、河川の流域人口や流量、沿岸部の人口分布等の文献データから行うこととなる。一方、この条件設定については、現地調査によりごみの量を推定して用いることも可能である。よって、現地調査を行うとした場合に、検討すべき留意事項を以下に示す。

a. 調査場所に関する留意事項

北太平洋へと流出するごみの主な流出場所としては、太平洋側の海岸及び河川、津軽海峡などの太平洋に面した海峡部が想定される。これらのうち、海岸からの流出は、海岸に一旦漂着したごみ、あるいは海岸に直接投棄されたごみが再漂流することにより起こる。この海岸からの再漂流は、河川からの流出や海峡部からの流出に比較して、海への流出密度は小さいものと考えられる。農林水産省農村振興局・農林水産省水産庁・国土交通省河川局・国交省港湾局(2007)³⁷による全国の漂着ごみ量の分布(図 3.3-31)をみても、調査地点の詳細は不明ではあるが、太平洋側では利根川河口部付近や津軽海峡付近でごみが多くなっている。この図は、ごみが海岸に漂着している量を示したものではあるが、上記地点で多くなるのは、利根川や津

軽海峡からごみが多く流出していることによると推察される。

以上のことから、海岸にあるごみの量のみから流出量を推定した場合には、流出量を過小評価してしまう可能性があると考えられる。よって、日本から北太平洋へと流出するごみの量の推定においては、海岸にあるごみの量の調査結果のみから推定するのではなく、河川や海峡から流出する量を調査し、その結果を用いて推定する必要があると考えられる。そのため、現地調査を行う場合に検討すべき事項は、海岸における調査方法だけでなく、河口部や海峡部における調査方法も検討する必要がある点に留意すべきと考えられる。

b. 調査時期に関する留意事項

河口部や海峡部から流出するごみの量は、常に一定ではなく、時期により変動すると考えられる。例えば、河口部からの流出量については、梅雨時期や出水時のように河川流量が増大した際には、その流出量の年間に占める割合が高いと推察される。特に、大規模出水が起こった際には、年間流出量の大半を占めることもあると考えられる。よって、年間流出量の推定精度は、この時期に的確に調査を行えるかどうか依存する。

また、海峡部からの流出量は、上述したような河川の出水により流出したごみが海峡部に到達した時期に多くなると考えられる。そのため、河口部からの流出量のピークに対し、海峡部からの流出量のピークは、必ずしも一致しない。また、このタイムラグは、海峡と河川との位置関係、出水が起きた地域に依存するため、各海峡により異なる。

調査時期の計画について、以上のような点に留意する必要がある。

c. 現地の住民、現地で活動している NPO 等との連携方法

出水が予想された際、出水前の河川及び河口部海岸のごみの状況、出水直後（安全が確保されてから）の河川及び河口部の海岸のごみの状況把握については、その時点で速やかに調査を行わなければ、適切な調査時期を逃すこととなり、正確な調査結果を得ることができない。現地で活動している NPO 等の協力が得られれば、現地までの移動や資機材の搬入等に要する時間が少なく、適切なタイミングでの調査が可能になると考えられる。また、費用効率性の観点、調査の継続性の観点からも優位になる可能性があると考えられることから、現地の NPO 等との連携についても検討することが望ましいと考えられる。

(3) 現地調査を行わない場合の今後の調査の方向性

現地調査を行わない場合、日本から流出するごみの量の推定は、上述したように漂流シミュレーションを用いた方法が有効と考えられる。この場合、以下のような検討内容が想定される。

a. 沿岸からのごみの流出量の条件設定

沿岸からのごみの流出量の条件設定として、以下に示す事項等について検討する。

- 河川の流域人口
- 河川流量
- 過去の出水及びその被害状況
- 海岸のごみの量の分布に関する既存の調査結果

b. 漂流シミュレーションの実施

漂流シミュレーションを実施する際、今年度の調査における検討員からの指摘事項を踏まえ、

以下に示す事項を検討しつつシミュレーションを実施する。

- ごみの種類を考慮した複数の沈下率の設定（特に、沈下率1：1前後について）
- 再現性の検証に用いるための漂流ブイの軌跡の統計処理
- 日本から北太平洋への流出量推定を目的とした場合の計算条件設定
- 洋上からの流出

(4) 調査により得られる情報

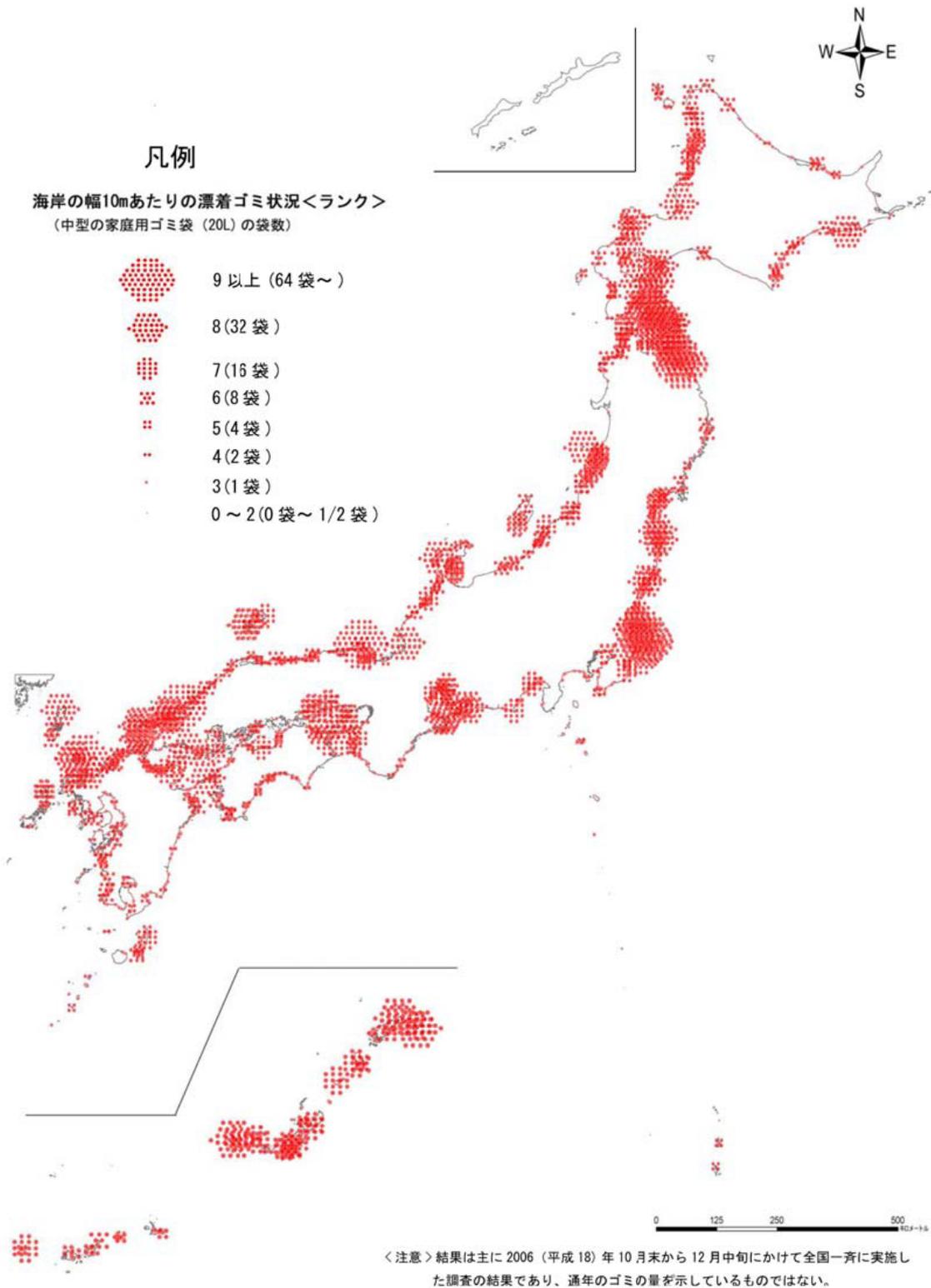
漂流シミュレーションの実施及びその結果を用いた検討を行うことで、以下の情報を得ることが可能と考えられる。

- 日本から流出するごみの量
- ごみの種類による流出量の違い
- 他国へ漂着するごみの種類
- 他国へ漂着するごみの漂流経路及び漂流時間
- 洋上から流出する量
- 日本から流出するごみに対して想定される対策

(5) 我が国から他国の海岸へ到達するごみの種類・漂流経路、他国の海岸における我が国のごみの割合等を効率的に把握する方法

今年度開発したモデルによる漂流シミュレーションにおいて、上述した条件設定等の検討を行うことで、日本から他国の海岸へ到達するごみの種類・漂流経路、他国の海岸における日本のごみの割合等を効率的に把握することが可能と考えられる。具体的には、以下の事項について解析・検討を行う。

- 日本から流出するごみの量の感度解析
- ごみの種類を考慮した沈下率の感度解析
- 洋上からの流出量及び流出場所の感度解析

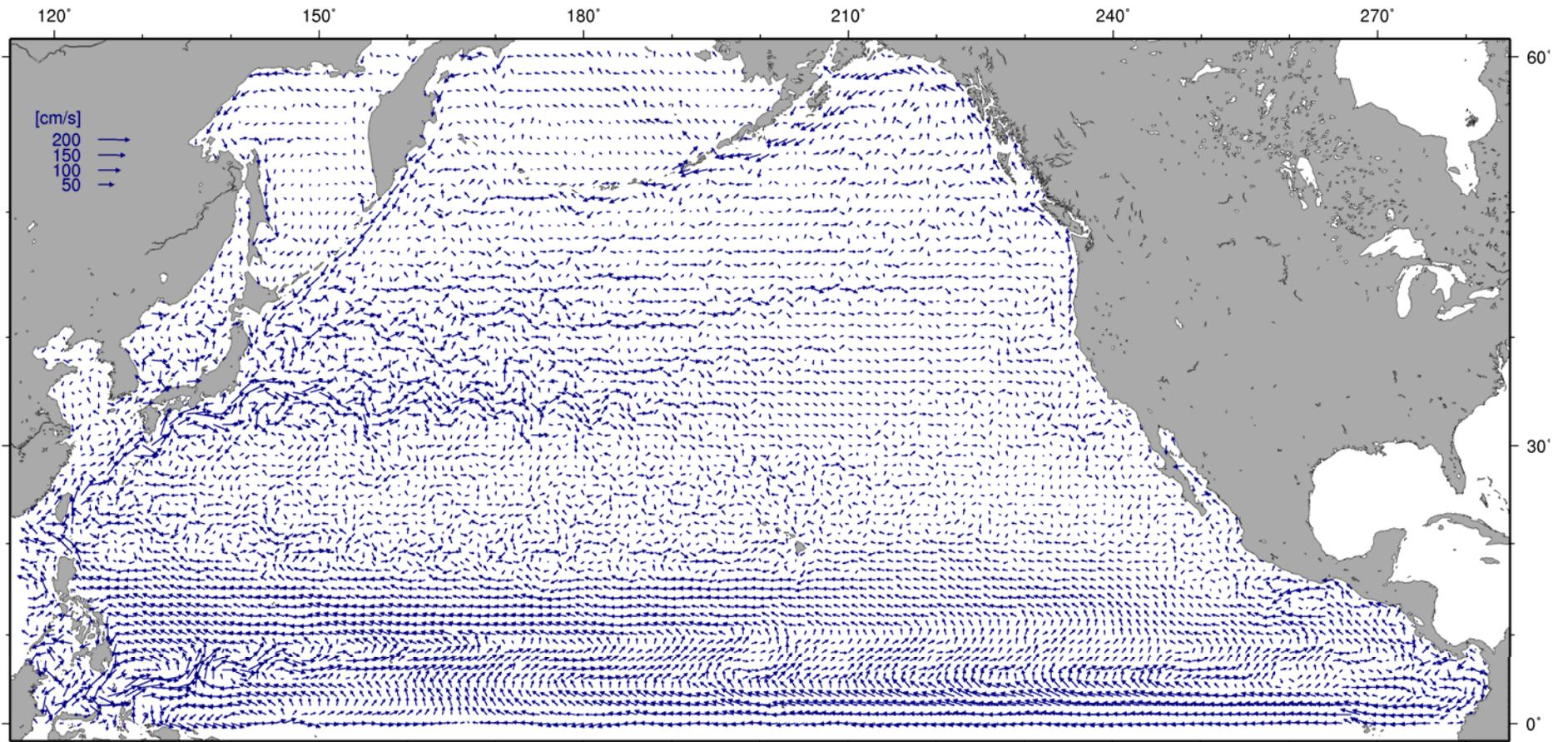


農林水産省農村振興局・農林水産省水産庁・国土交通省河川局・国交省港湾局(2007)³⁷より引用

図 3.3-31 全国の漂着ごみ量の分布

3.3.5 参考（使用した外力）

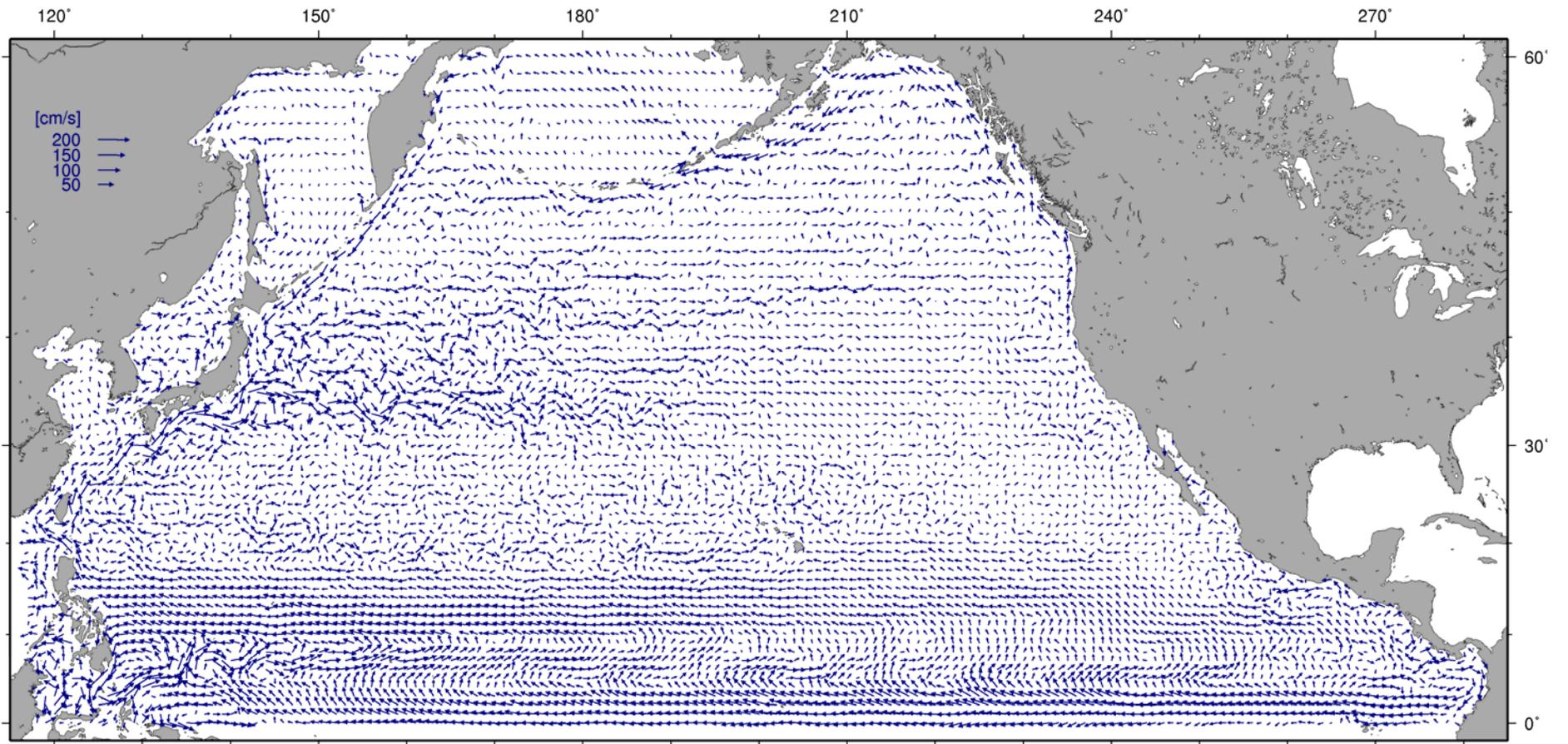
漂流シミュレーションに使用した外力について、流況を図 3.3-32 及び図 3.3-33 に、風況を図 3.3-34 にそれぞれ示す



※1/12° 毎にデータは存在するが、1° 毎に間引いて表示

RIAMOM アウトプットより作成

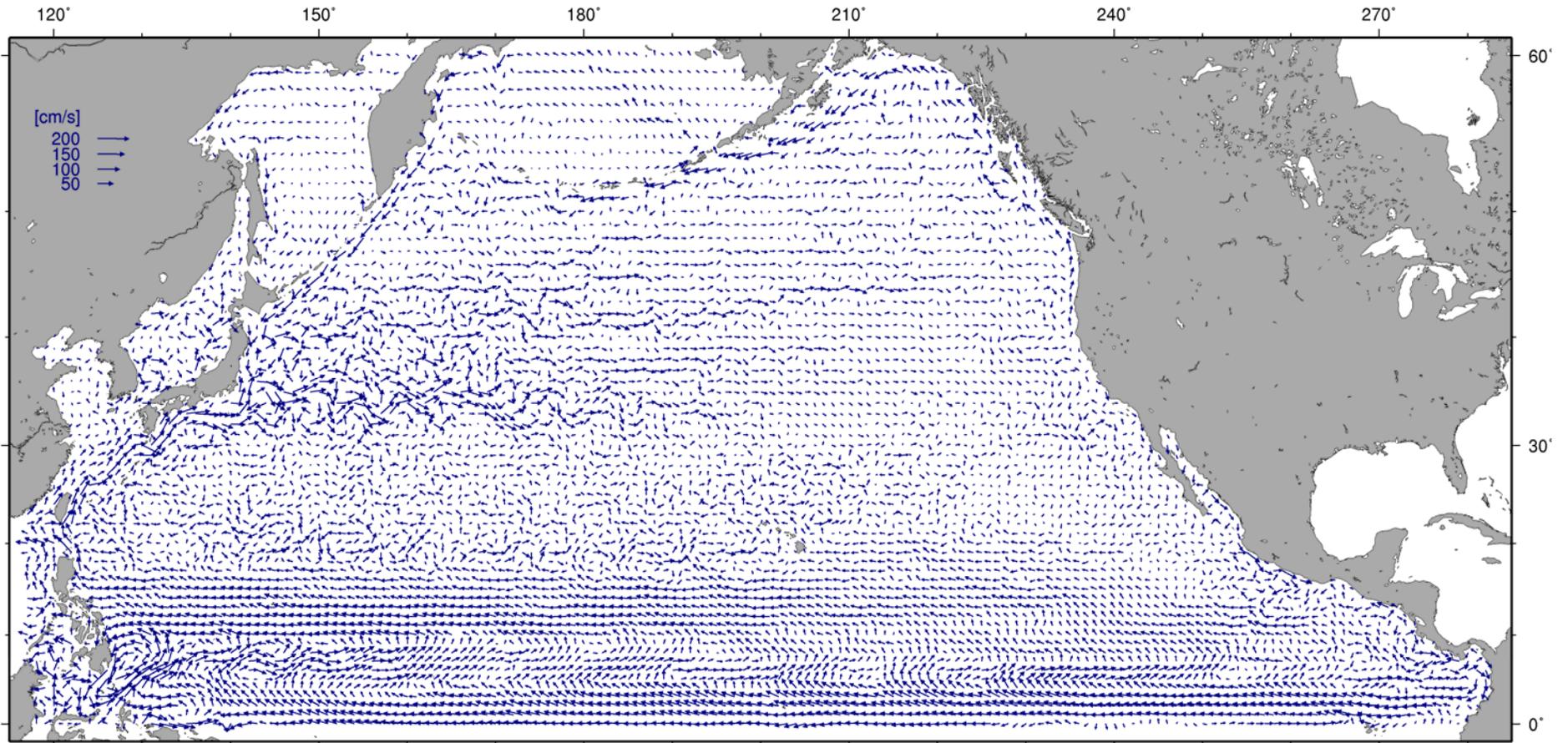
図 3.3-32(1) 流速の月平均場 (1月)



※1/12° 毎にデータは存在するが、1° 毎に間引いて表示

RIAMOM アウトプットより作成

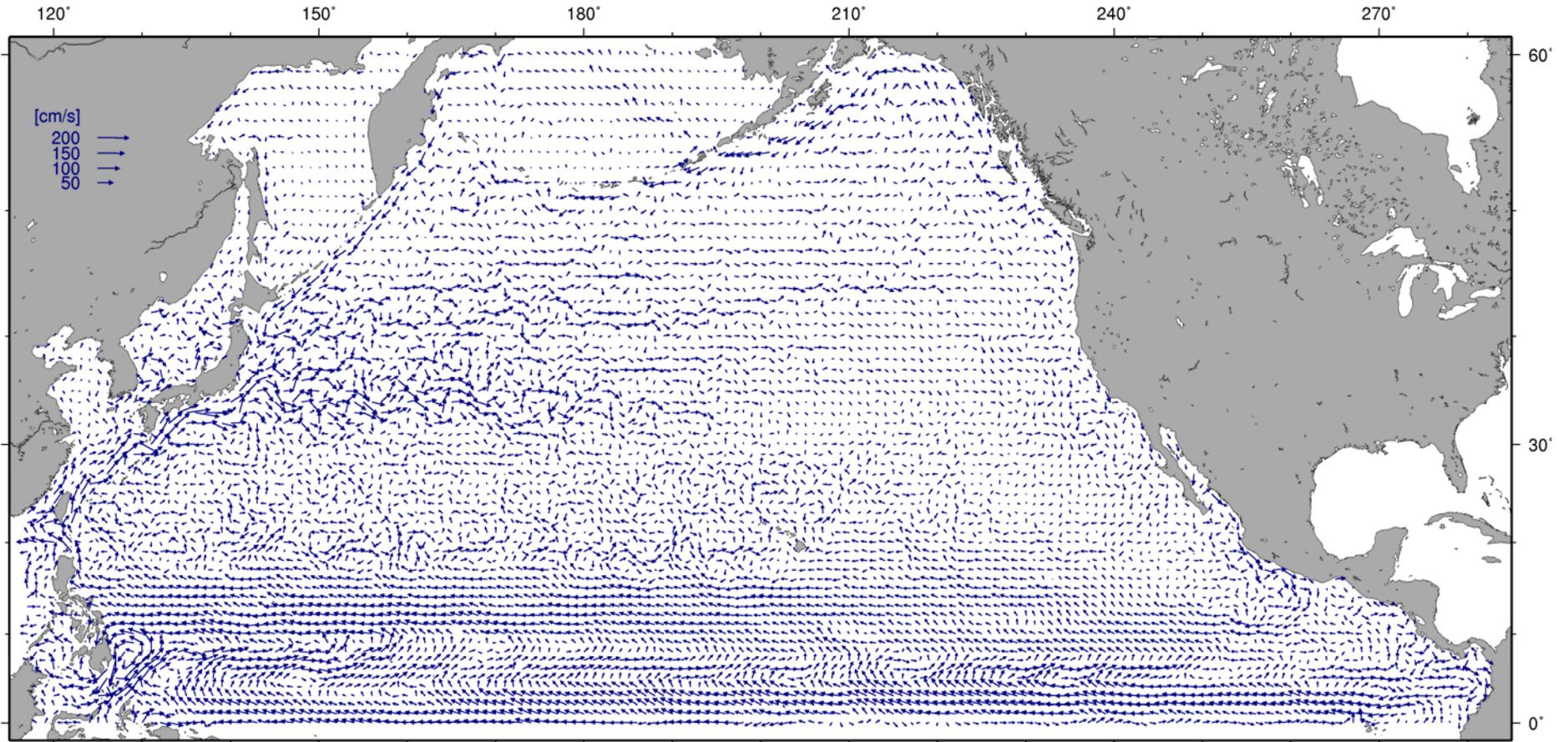
図 3.3-32(2) 流速の月平均場 (2月)



※1/12° 毎にデータは存在するが、1° 毎に間引いて表示

RIAMOM アウトプットより作成

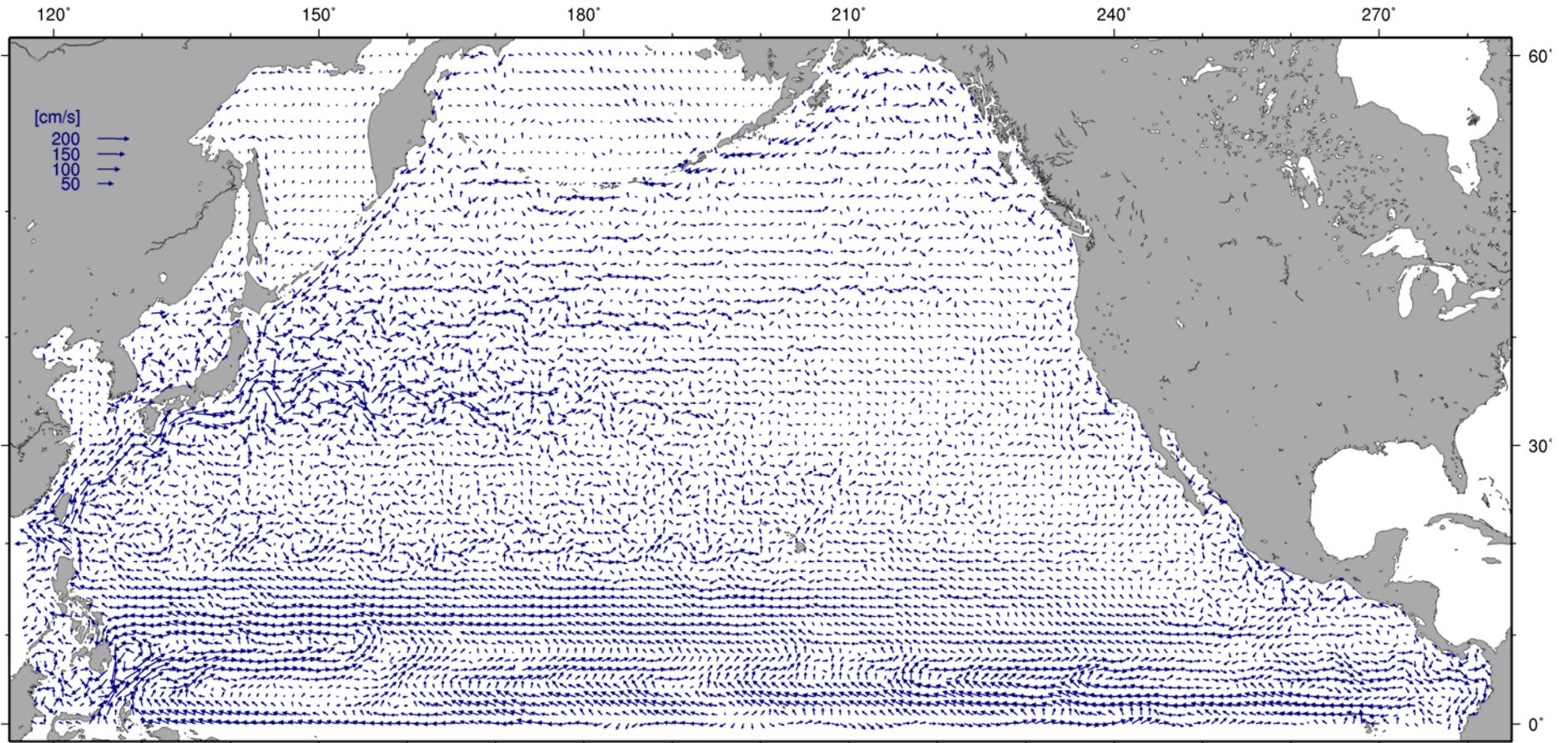
図 3.3-32(3) 流速の月平均場 (3月)



※1/12° 毎にデータは存在するが、1° 毎に間引いて表示

RIAMOM アウトプットより作成

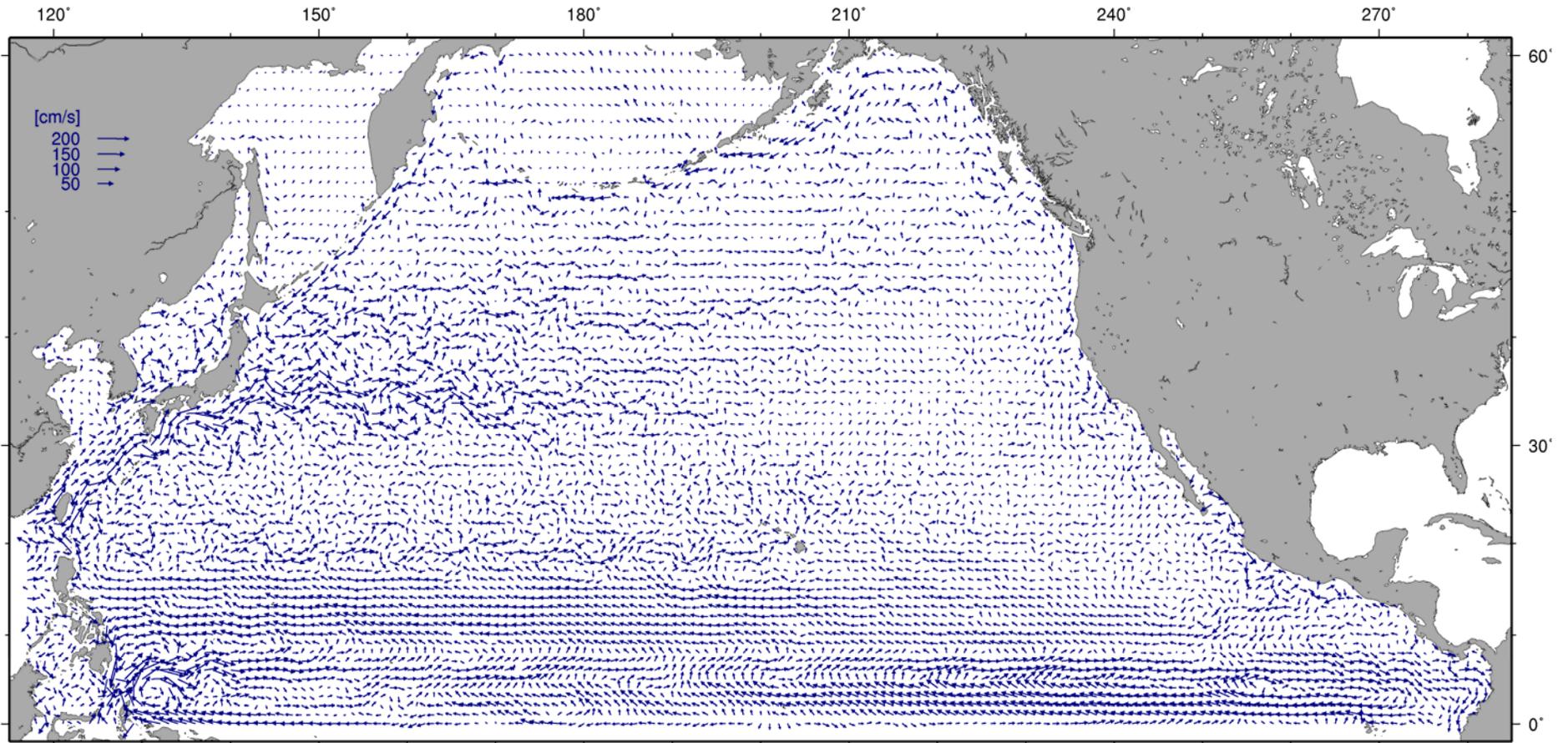
図 3.3-32(4) 流速の月平均場 (4月)



※1/12° 毎にデータは存在するが、1° 毎に間引いて表示

RIAMOM アウトプットより作成

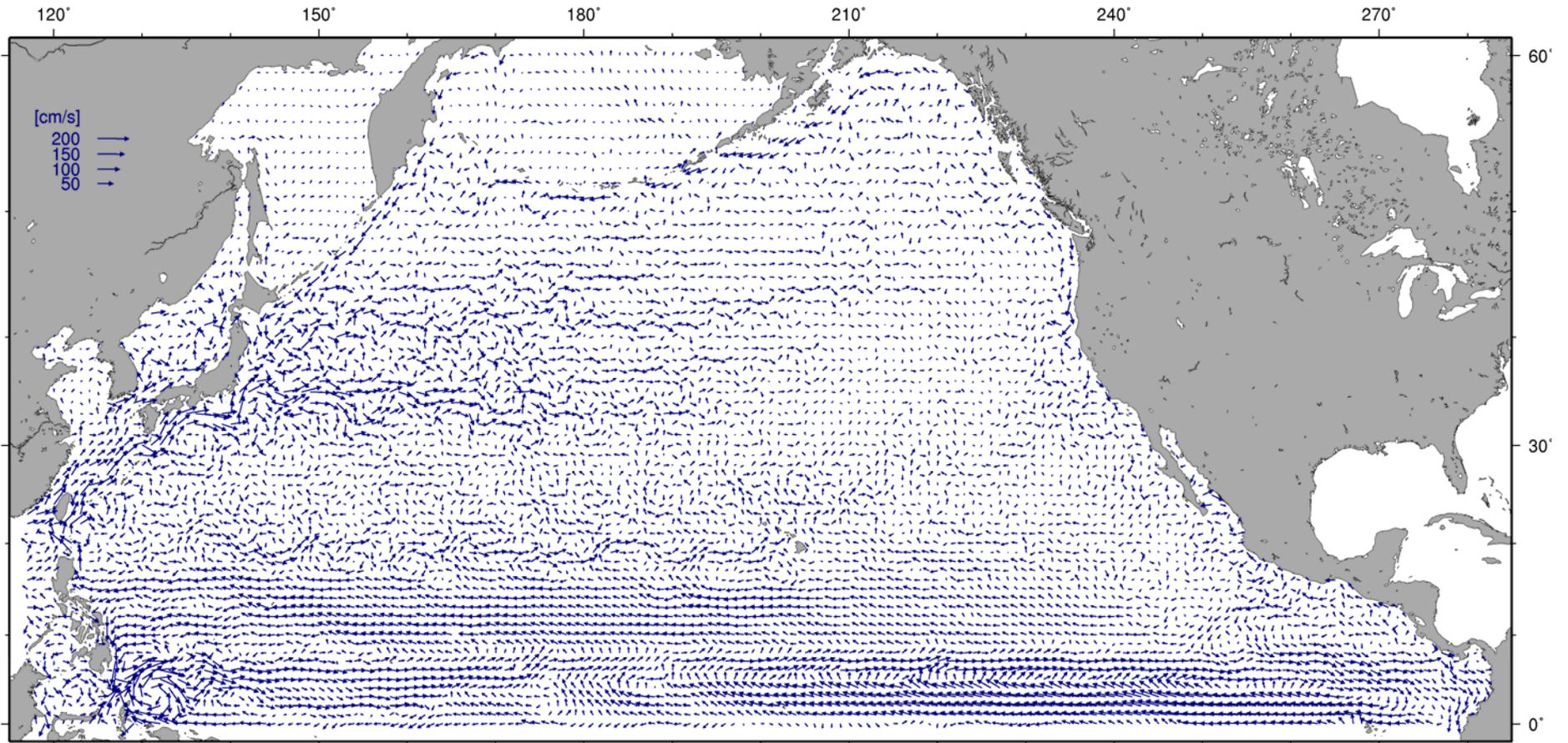
図 3.3-32(5) 流速の月平均場 (5月)



※1/12° 毎にデータは存在するが、1° 毎に間引いて表示

RIAMOM アウトプットより作成

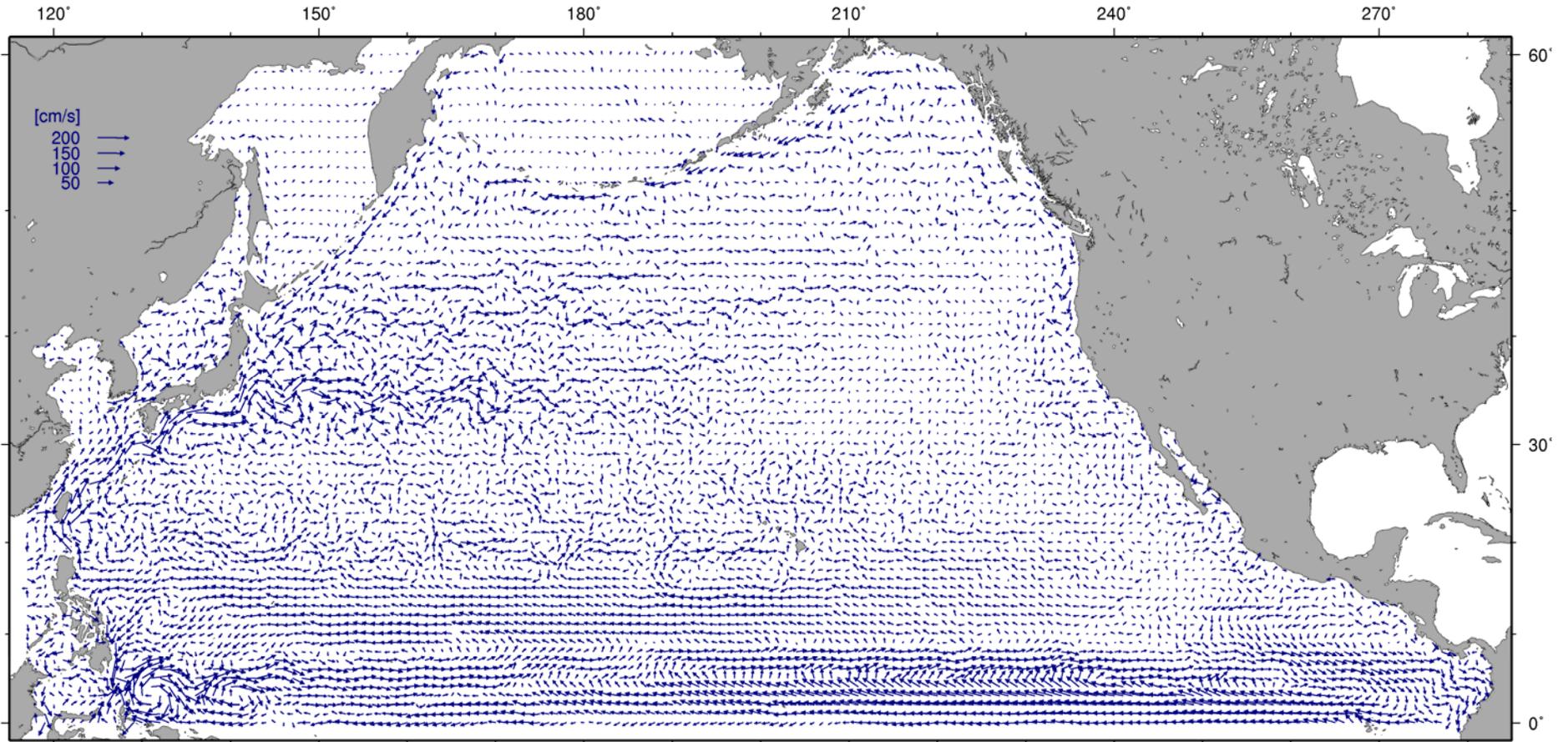
図 3.3-32(6) 流速の月平均場 (6月)



※1/12° 毎にデータは存在するが、1° 毎に間引いて表示

RIAMOM アウトプットより作成

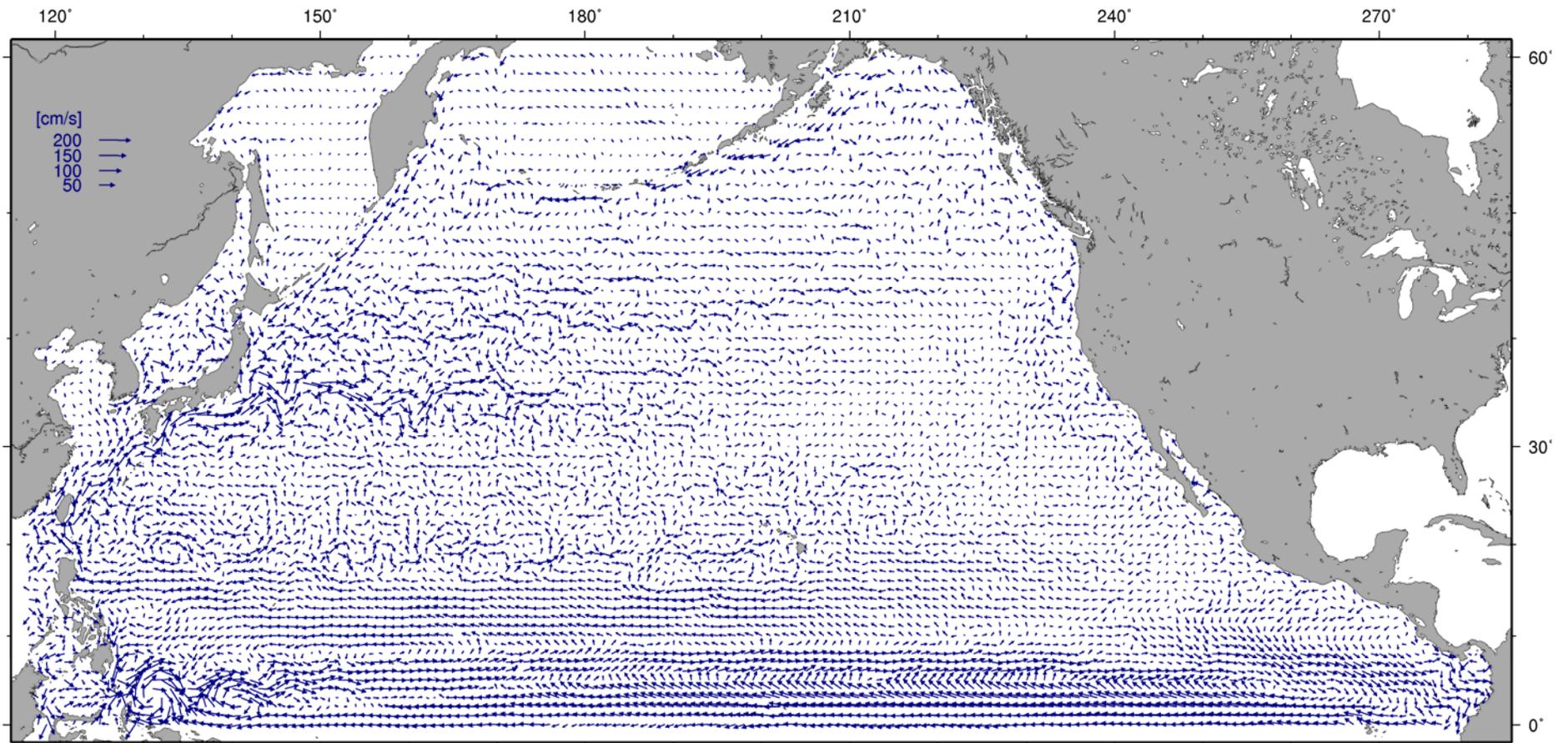
図 3.3-32(7) 流速の月平均場 (7月)



※1/12° 毎にデータは存在するが、1° 毎に間引いて表示

RIAMOM アウトプットより作成

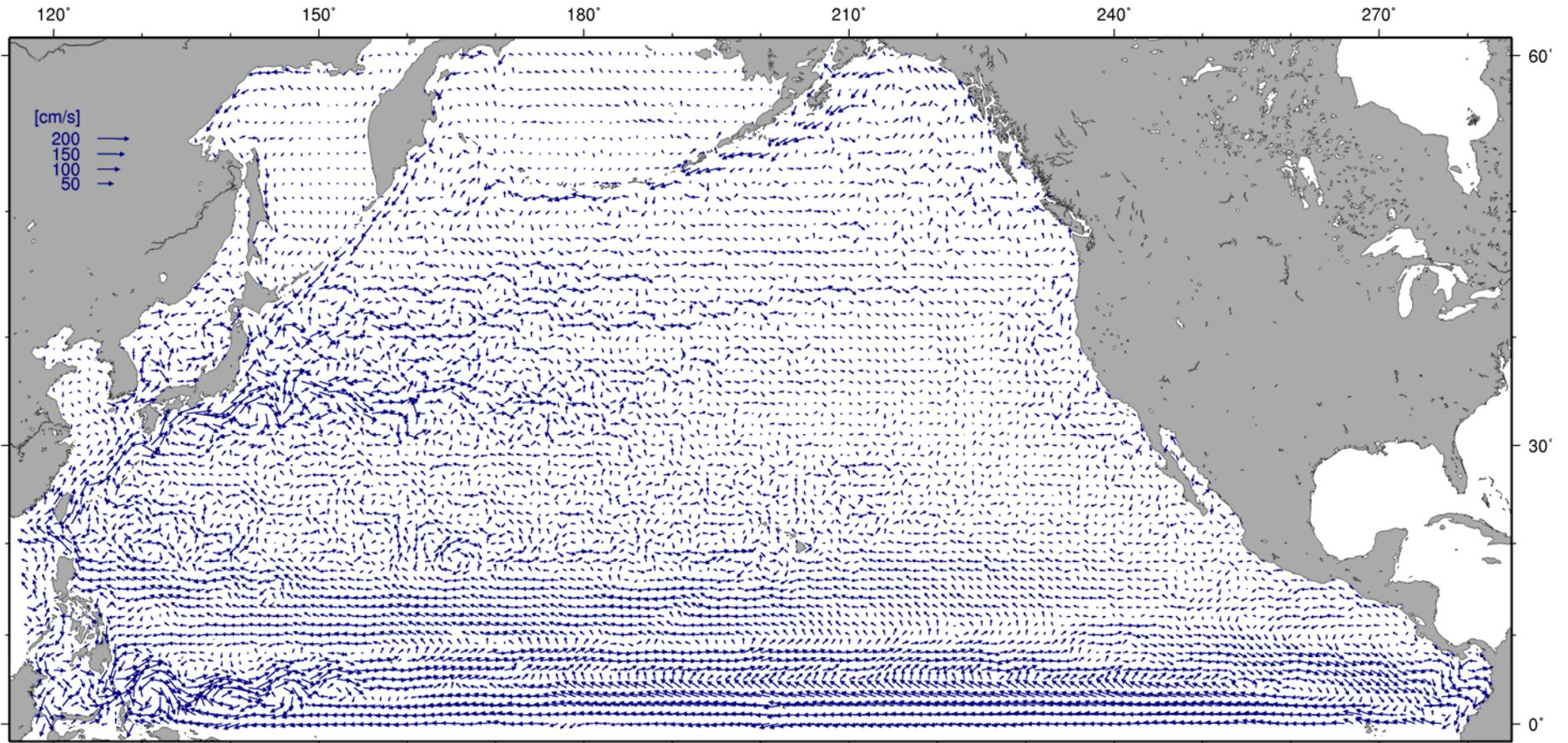
図 3.3-32(8) 流速の月平均場 (8月)



※1/12° 毎にデータは存在するが、1° 毎に間引いて表示

RIAMOM アウトプットより作成

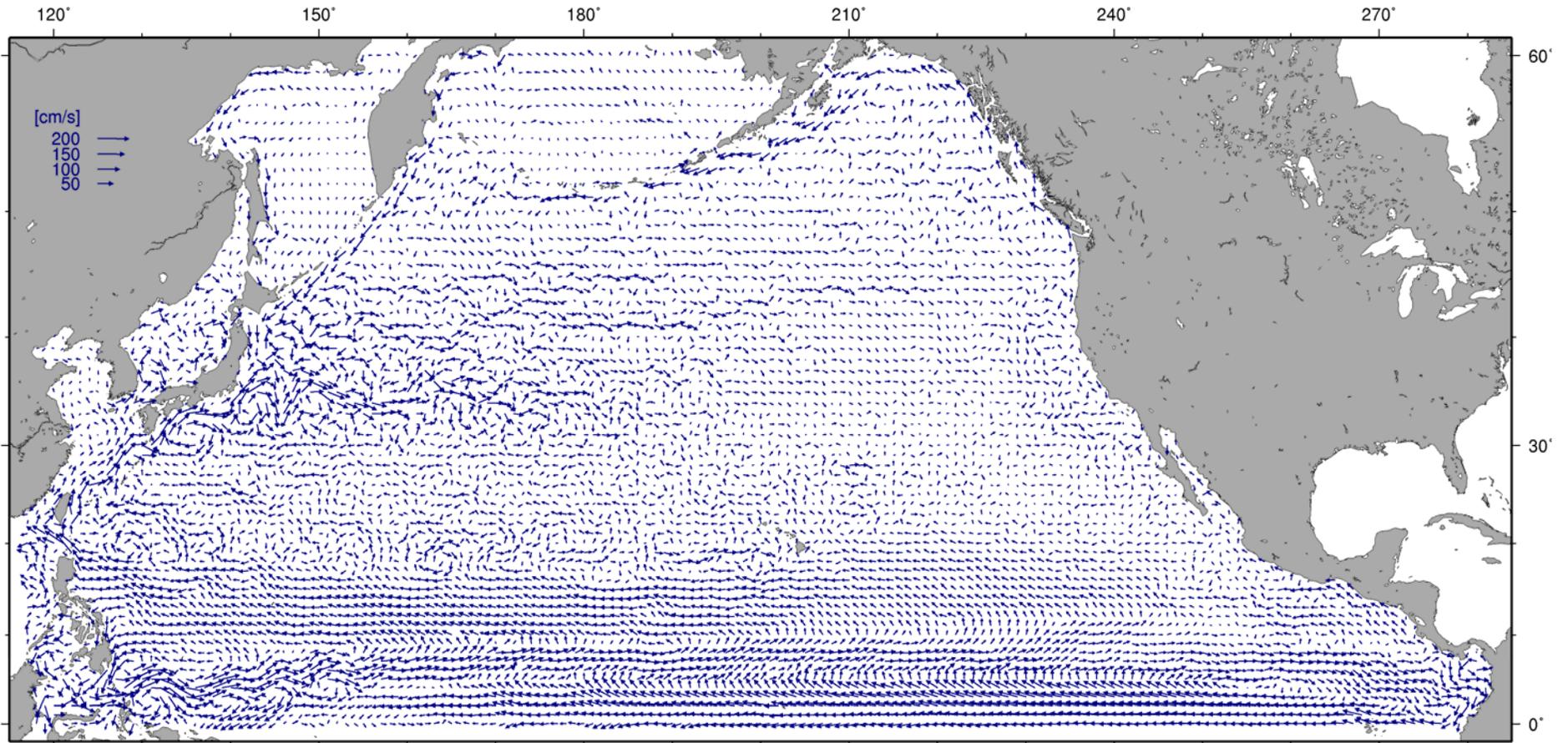
図 3.3-32(9) 流速の月平均場 (9月)



※1/12° 毎にデータは存在するが、1° 毎に間引いて表示

RIAMOM アウトプットより作成

図 3.3-32(10) 流速の月平均場 (10月)



※1/12° 毎にデータは存在するが、1° 毎に間引いて表示

RIAMOM アウトプットより作成

図 3.3-32(11) 流速の月平均場 (11月)