

平成 26 年度 環境省委託業務

平成 26 年度 沖合海域における漂流・海底ごみ実態調査委託業務  
報告書

平成 27 年 3 月

国立大学法人 東京海洋大学



# 目次

## I. 調査目的と概要

1. 目的と概要	I - 1
2. 調査内容	I - 1
3. 航海概要	I - 2

## II. 沖合海域における漂流ごみの目視観測調査

1. 調査目的	II - 1
2. 調査方法	
2-1 対象海域及び航走方法	II - 1
2-2 観測体制	II - 1
2-3 観測手順	II - 3
2-4 観測項目	II - 3
2-5 漂流物撮影	II - 5
2-6 ライントランセクト法におけるデータ解析方法	II - 7
3. 調査結果	
3-1 発見された漂流物の種類別の割合および発見されやすさ	II - 9
3-2 調査船別、漂流物の種類別、大きさカテゴリー別の横距離ヒストグラムと発見関数	II - 10
3-3 調査船別、漂流ごみの種類別の有効探索幅	II - 12
3-4 漂流物種類別の分布密度	II - 13
3-4-1 漁具類	II - 13
3-4-2 発泡スチロール	II - 14
3-4-3 プラスチックバックなどシート類	II - 14
3-4-4 ペットボトル	II - 14
3-4-5 プラスチック片	II - 15
3-4-6 ガラス製品	II - 15
3-4-7 金属製品	II - 15
3-4-8 木材（人工系）	II - 15
3-4-9 その他人工系漂流ごみ	II - 15
3-4-10 流れ藻	II - 16
3-4-11 天然流木	II - 16
4. 今後の課題について	
4-1 漂流ゴミの資源量推定について	II - 46
4-2 漂流ゴミの発生源について	II - 46
4-3 発見関数と半有効探索幅に影響する要因について	II - 46

### Ⅲ. 海表面を浮遊するマイクロ・プラスチックに係る調査

1. 調査目的	Ⅲ- 1
2. 調査方法	
2-1 対象海域と採集回数	Ⅲ- 3
2-2 マイクロ・プラスチックの採集方法	Ⅲ- 5
2-3 標本の処理	Ⅲ- 6
1) 一次処理	Ⅲ- 6
2) 二次処理	Ⅲ- 7
3) 三次処理	Ⅲ- 7
4) 安全管理	Ⅲ- 9
3. 調査結果	
3-1 海況	Ⅲ-10
3-2 サイズ組成分布	Ⅲ-12
3-3 空間分布	Ⅲ-17
3-4 メソ/マイクロ比	Ⅲ-22
4. 次年度調査への提案	Ⅲ-26
参考文献	Ⅲ-26

### Ⅳ. 沖合海域における海底ごみの調査

1. 調査目的	Ⅳ- 1
2. 調査方法	Ⅳ- 1
3. 調査結果	
3-1 調査海域概要	Ⅳ- 2
3-2 海底ごみ組成	Ⅳ- 3
3-3 海底ごみ分布状況	Ⅳ- 3
3-3-1 人工物	Ⅳ- 3
3-3-2 自然物	Ⅳ- 4
3-3-3 漁具類	Ⅳ- 4
3-4 採集された海底ごみの特徴	Ⅳ- 4
4. 今後の課題	Ⅳ-12
章末資料	Ⅳ-12

#### 付録- I

乗船者リスト	1
航海撮要日誌	3

#### 付録- II 船別漂流物種類別の横距離ヒストグラム及び発見関数

神鷹丸平成 26 年度全航海合計	1
海鷹丸平成 26 年度全航海合計	14
神鷹丸平成 26 年度 93 次航海	27
海鷹丸平成 26 年度 42 次航海	53
神鷹丸平成 26 年度 94 次航海	74
海鷹丸平成 26 年度 43 次航海	99
海鷹丸平成 26 年度東京湾海事英語航海	115
付録-Ⅲ 海面を浮遊するマイクロ・プラスチックに係る調査についての付録	
付録-Ⅳ 新聞記事	

## I. 調査目的と概要

### 1. 目的と概要

2009年7月に成立した「美しく豊かな自然を保護するための海岸における良好な景観及び環境の保全に係る海岸漂着物等の処理等の推進に関する法律」に基づき、海岸漂着物対策が推進されており、このために海岸漂着物や沿岸域における漂流・海底ごみの実態調査が行われてきた。漂着ごみの発生過程と発生原因の解明には、従来から行われてきた沿岸海域の漂流・海底ごみの調査に加えて、我が国周辺沖合海域においても漂流・海底ごみの実態を把握する必要がある。また、マイクロプラスチック（物理的・化学的要因により微細化したプラスチック）についても、沿岸域での調査と並行して沖合域においても調査を行い、その分布を明らかにしていく必要がある。

一方で、沖合域の調査には、このような調査観測に対応できる船舶が必要となる。そこで、これまでも目視観測やニューストンネットによる漂流物の調査観測の実績のある、東京海洋大学の練習船の実績が目目され、環境省受託事業「平成26年度 沖合海域における漂流・海底ごみ実態調査」として、乗船実習航海の一部区間を利用した調査が実施された。なお、マイクロプラスチックについては、九州大学応用力学研究所の磯辺篤彦教授のもとに、再委託に出して、詳細な分析に取り組んでいただいた。

### 2. 調査内容

本調査では、以下の(1)から(3)に掲げた内容を実施する。

#### (1) 沖合海域における漂流ごみの目視観測調査

船舶を用いて目視による漂流ごみの観測を行い、我が国周辺の沖合海域における漂流ごみの全体像を把握する。漂流ごみの密度と現存量の推定においては、鯨類資源の資源量推定に用いられるライントランセクト手法を用いた観測手法及びデータ解析方法を適用することにより、精度の向上を図る。

#### (2) 海表面を浮遊するマイクロプラスチックに係る調査

ニューストンネットを用いてマイクロプラスチックを採集するとともに、採集したマイクロプラスチックの分析を行うことにより、我が国周辺海域においてマイクロプラスチックが海洋環境に与えている影響を整理する。

#### (3) 沖合海域における海底ごみの調査

底引き網を使って沖合海域の海底ごみを採集・分別し、海底ごみの種類と大きさを記録するとともに、底引き網の網口幅の概算値と曳網距離から、海底ごみの現存量を推計する。

また、それぞれの調査内容は、本報告書の各章として、次の担当者が取りまとめた。

- |                            |                |
|----------------------------|----------------|
| Ⅱ. 沖合海域における漂流ごみの目視観測調査     | 東海 正・北門利英（海洋大） |
| Ⅲ. 海表面を浮遊するマイクロプラスチックに係る調査 | 磯辺篤彦（九州大学）     |
| Ⅳ. 沖合海域における海底ごみの調査         | 内田圭一（海洋大）      |

### 3. 航海概要

「平成 26 年度 沖合海域における漂流・海底ごみ実態調査」は以下の 4 航海にて行った（表 3）。航海の撮用日誌は海鷹丸表 4，神鷹丸表 5 に，航跡図と調査地点は図 1 に示す。

海鷹丸第 42 次航海は，天候に恵まれ予定通りの日程で航海および調査・観測を実施することができた。目視調査とニューズトンネット調査は，高知－博多，金沢－函館，函館－東京の区間で実施した。海鷹丸第 43 次航海は，台風 18 号，台風 19 号の影響により予定コースと日程を大幅に変更して（太平洋経由東シナ海を瀬戸内海－関門海峡経由東シナ海）実施された。そのため，太平洋から東シナ海での漂流物調査の一部を瀬戸内海で実施したり，また東シナ海でのトロールによる調査の回数を減じたりという変更は生じたものの，できる限りの調査を実施した。

神鷹丸第 93 次航海は，天候に恵まれ予定通りの日程で航海および調査・観測を実施することができた。目視調査とニューズトンネット調査は，博多－輪島，輪島－函館，函館－気仙沼，気仙沼－大洗，大洗－東京の区間で実施した。神鷹丸第 94 次航海も概ね天候に恵まれ，予定通りの日程で航海および調査・観測を実施することができた。目視調査とニューズトンネット調査およびトロールによる海底ゴミ調査を東シナ海で行った。

表 3 「海鷹丸」第 42 次航海，43 次航海と「神鷹丸」第 93 次航海，第 94 次航海の概要

	海鷹丸		神鷹丸	
全長	93 m		53 m	
観測者眼高	14m		7m	
総トン数	1886 t		649 t	
乗組員数	27 名		22 名	
	第 42 次航海	第 43 次航海	第 93 次航海	第 94 次航海
学生数	37 名	29 名(23 名) <sup>※</sup>	30 名	17 名
出港日	2014/7/12	2014/10/02	2014/7/11	2014/8/16
帰港日	2014/8/10	2014/10/16	2014/8/08	2014/9/12
寄港地 (いずれの航海も 東京至る東京)	館山 高知 博多 金沢 函館	鹿児島 清水	大阪 博多 輪島 函館 気仙沼 大洗	宮崎 長崎 下関 名古屋
航走距離	2778.8 mile	2158.7 mile	2379.0 mile	2205.6 mile
目視観測距離	849.7 mile	247.5 mile	846.3 mile	388.3 mile
目視観測回数	81	21	78	39
ニューズトン ネット曳網回数	27	2	25	11

※ 大学院生の人数

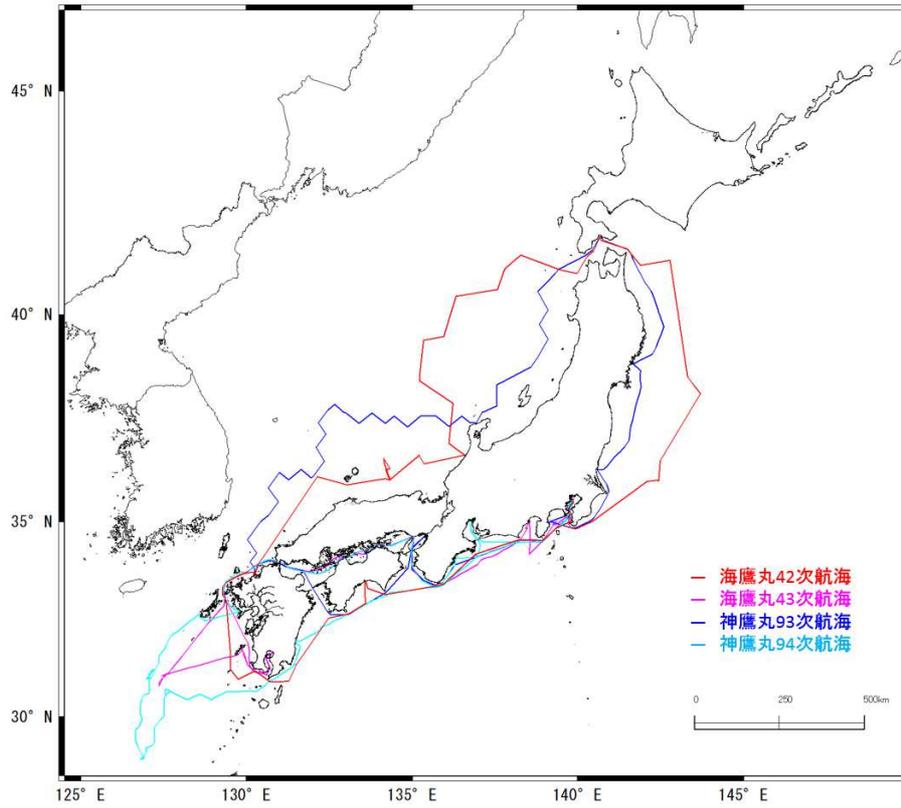


図 1-1. 海鷹丸第 42 次航海 43 次航海，神鷹丸第 93 次航海 94 次航海航跡図

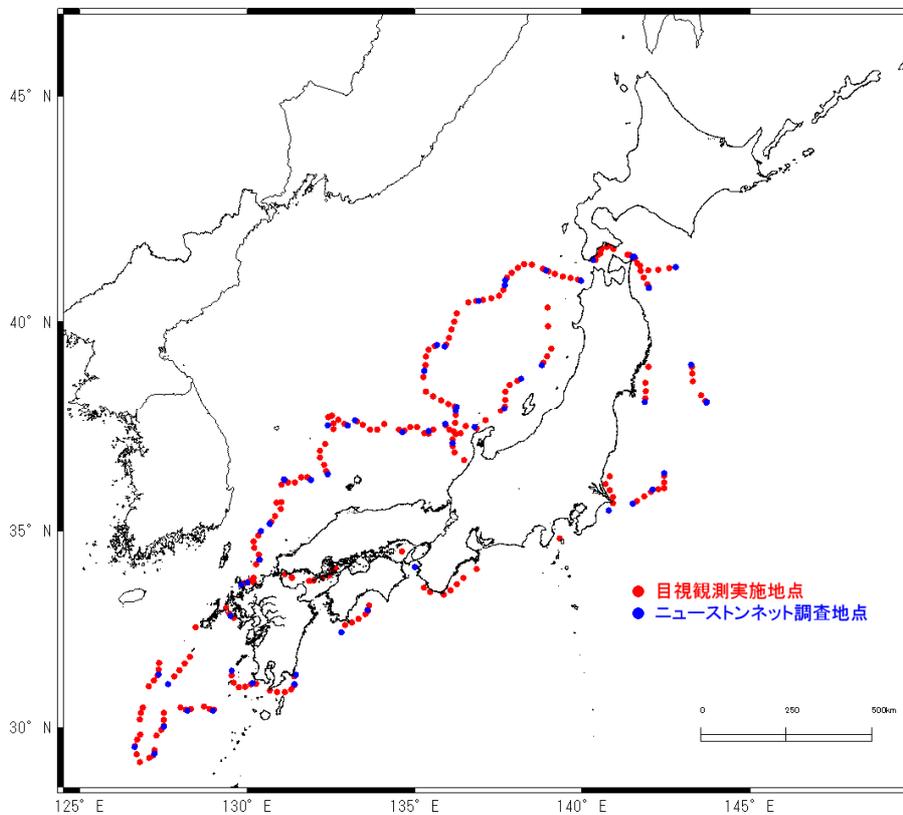


図 1-2. 目視観測実施場所とニューストンネット調査地点図



計測担当), 観測者 (記録担当), 観測者 (予備), データ読み上げ者, データ入力者に分かれ, 集中力を維持するために 30 分間交代 (集中力を維持するため) で行った。

表 II-1 漂流物観測学生役割分担と業務内容

役割分担	使用機材等	業務内容	配置場所
観測・発見・識別	双眼鏡	漂流物の種判定	船橋ウイング
観測・距離計測	傾角度計	最接近時の距離を計測	船橋ウイング
観測・記録	記録用紙	観測者	船橋ウイング
観測・予備員	デジタルカメラ	カメラ撮影・潮目の撮影適宜休憩	船橋ウイング or 船橋内
データ入力	入力用	データシート入力, 入力後休憩	船橋内
データ読み上げ	入力済用紙	入力者の補助, 入力後休憩	船橋内



写真 II-2 左から発見, 記録, 距離計測, 発見



写真 II-3 手前が双眼鏡を持った発見担当。



写真Ⅱ-4 手前がデータ入力，奥が読み上げ担当。

観測時間は視野の利く 6時から 18時とした。観測グループの調査時間帯は，以下の通りである。なお，観測交代はスムーズに行い，途切れることの無いよう留意した。

06：00 目視観測開始（A グループ）→ 08：00 まで

06：00 ニューストンネット曳網開始（20 分間）

08：00 目視観測開始（B グループ）→ 11：00 まで

12：00 目視観測開始（C グループ）→ 16：00 まで

13：00 潮目探索開始→潮目に遭遇 or 13：40

→ ニューストンネット曳網開始（基本曳網時間 20 分間）

16：00 目視観測開始（A グループ）→18：00 まで（途中交代で食事）

18：00 減速開始→ 針路・速力制定後にニューストンネット曳網開始

### 2-3. 観測手順

- ① 観測グループは，10 分前に観測場所（ウイング）に集合し，備品の確認をするとともに観測舷を決定する。観測舷決定の判断基準はグレアの割合から判断した（海面反射が少ない方を選ぶ）。
- ② 観測環境の変化で観測舷を変更する場合は，原則として毎 30 分または毎正時とした。
- ③ 記録者は，観測開始前に，記録用紙に日付，記録者氏名，観測舷，気象・海象，グレア率などを記入する。
- ④ 観測者は声に出して漂流物に関する情報を記録者に伝え，記録者は可能な限り復唱しながら記録した。
- ⑤ 観測に余裕のある時は，記録者も一緒に観測を行った。
- ⑥ 以下のような場合，可能な範囲で写真撮影し記録した。
  - ・潮目などの特徴的な漂流物に遭遇した場合。
  - ・特異な気象・海象の条件下で観測を行った場合。

### 2-4. 観測項目

目視観測調査では，以下の項目を識別，測定，野帳に記録した。

基本情報として，毎時の船の位置（緯度経度）とともに，天候、風速、海況、海面反射割合などの観

察環境を記録した。漂流ごみを発見した場合、その種類、サイズ、色、数を記録した。そして、漂流ごみが船体に最接近した際にその船体からの横距離(すなわちトラックラインとの垂直距離)を目測し記録した。また、対象物に鳥がとまっているなど特徴的な事象がある場合は、その事実についても記録した。

観察対象物は以下のカテゴリーに分けて記録した。

観察対象物		漂流物記号	
漁具	漁網	FGN	Fishing Gear Net
	ボンデン 浮子	FGF	Fishing Gear Float
	その他 漁具	FGO	Fishing Gear Other
人工物	発泡スチロール (漁具除)	EP	Expanded Polystyrene
	ビニール	V	Vinyl
	ペットボトル	PB	Plastic Bottle
	その他石油化学製品	PC	Petrochemical
	ガラス製品	G	Glass goods
	金属製品	MG	Metal Goods
	木材	W	wood
	その他	UO	Unnatulal other
天然物	流れ藻	SW	Seaweed
	流木	DW	Driftwood
	その他	NO	Natulal other
その他不明	その他不明	UK	Unknown

漂流物のサイズは、最大部分の長さを目測して、以下のカテゴリーで記録した。なお、海上に浮いているものは、付近に基準とするものがないためサイズ推定にばらつきが生じる可能性があったことから、資料1のような目安表を作成し、データの標準化に努めた。

(LL>200cm, 200cm>L>100cm, 100cm>M>50cm, 50cm>S>20cm, 20cm>SS)

最接近時距離は、舷側から5m間隔での距離を目測して記録した。

同時に複数の漂流物が発見された場合は、出来る限り別々に記録することとし、複数個が一群となって発見された場合、それを一群として記録し、その群を構成する漂流物の個数を記録した。最接近距離(正横距離)は精度向上と個人誤差を抑えるために、傾角度板を用いて角度から距離を推定した(図2, 資料2)。そして得られた最接近距離は、統計処理をする際に5m毎のカテゴリーに分けて整理することから、5m単位で記録した(例)。

例：5m単位で正横距離を判断する場合

0より5m以下は5m (5mは5m, 6mは10m)

5mより10m以下は10m

10mより15m以下は15m

と記録した。

#### 漂流物 目視観察野帳

日付	月	開始時刻	:	終了時刻	天候	
日						
記録者		開始位置		終了位置	風向・風速	度 m/s
記録場所 左舷/右舷		緯度:	- -	緯度:	- -	海況
コース・速力	/	経度:	- -	経度:	- -	グレア率 %

種類および材質など	色	数	サイズ	最接近 距離m	発見時 刻	発見者	備考
流藻 流木(枝) ビニ片	茶、白		SS、S、M、L、LL		: :		

データ入力シートの例（上に基本情報，下に発見した漂流ゴミの情報を入力する）

30分ごとの基本情報													
時間帯	記録者	右舷or左舷 記録場所	度で記入 コース	ノット 速度	度	分	度	分	天候	度 風向	m/s 風速	海況	% グレア率
16:00	田中	右舷	60	11.9	34	39.122	130	7.315	bc	351	5.8	2	30
17:00					34	48.421	130	15.796					

← 最後は緯度経度を忘れずに！！

種類および材質など	種類記号	サイズ	色	数	最接近時 距離	発見時刻	発見者	備考
流木	DW		茶	1	15	16:00:02	秋山	
発泡スチロール	EP		白	1	15	16:01:10	秋山	
ビニール片	V		白	1	20	16:01:12	秋山	
ビニール片	V		白	1	80	16:01:13	秋山	
ビニール片	V		白	1	20	16:01:15	秋山	
発泡スチロール	EP		白	1	15	16:02:13	秋山	
流木	DW		茶	1	50	16:03:00	秋山	
発泡スチロール	EP	SS	白	1	30	16:04:11	秋山	
流木	DW	SS	茶	1	10	16:04:22	秋山	
発泡スチロール	EP	SS	白	1	30	16:04:26	秋山	
缶	UO	SS	白	1	30	16:04:35	秋山	
ビニール片	V	SS	白	1	40	16:06	秋山	
発泡スチロール	EP	S	白	1	20	16:06:44	秋山	
発泡スチロール	EP	S	白	1	300	16:07:33	秋山	
ビニール片	V		白	1	5	16:08:17	秋山	
ビニール片	V	SS	青	1	10	16:08:25	秋山	
ペットボトル	PB	SS	透明	1	5	16:08:00	秋山	
発泡スチロール	EP	S	白	1	5	16:08	秋山	

- 漂流物記号 -		
漁具	漁網	FGN
	ボンデン 浮子	FGF
	その他 漁具	FGO
人工物	発泡スチロール(漁具除)	EP
	ビニール	V
	ペットボトル	PB
	その他石油化学製品	PC
	ガラス製品	G
	金属製品	MG
	木材	W
	その他	UO
	その他	NO
その他不明	その他不明	UK
サイズ	SS)20cm 50cm>S≧20cm 1m>M≧50cm 2m>L≧1m LL≧2m	距離

## 2-5. 漂流物撮影

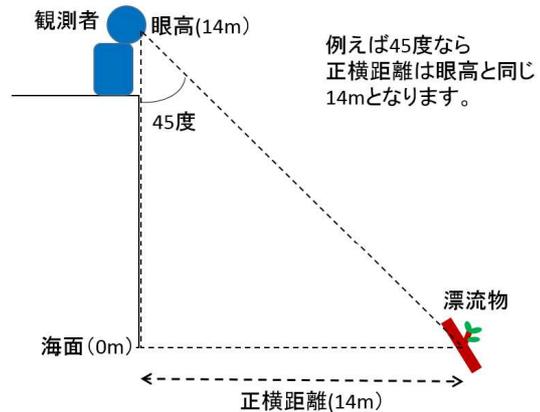
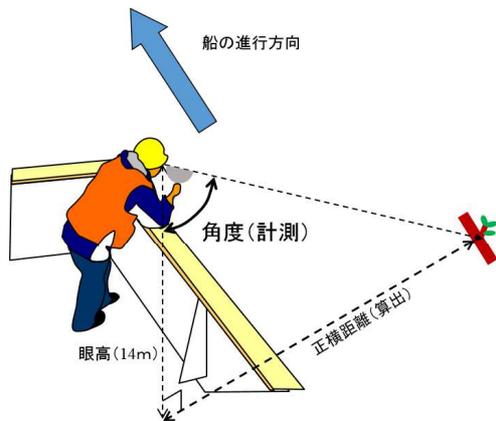
観測班に対して、デジカメの貸し出し、各時間に最低1枚（観測時の記録として：気象・海象やグレアの様子がわかる程度、特に観測対象の海面全体で1枚）の観測環境下の状況を撮影記録する。また、余裕がある際には、顕著な漂流物や潮目などを撮影記録する。



写真Ⅱ-4 潮目の中の流れ藻と漂流ゴミ

# 海鷹丸目視観測最接近距離把握イメージシート

傾角度板を使って、最接近距離の感覚をつかむ。



角度と距離の関係模式図

角度と最接近距離の関係表

角度(度)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85
海鷹丸(m)	1.2	2.5	3.8	5.1	6.5	8.1	9.8	11.7	14	17	20	24	30	38	52	79	160

図 II-1 正横距離測定概念図

資料 II-1 漂流物記録補助早見表

資料 II-2 計測角度－正横距離変換早見表

## 〈記録用早見表 I〉

サイズの記入例

サイズの記入はSLMで

例えば  
20cm > SS  
50cm > S > 20cm  
100cm > M > 50cm  
200cm > L > 100cm  
LL > 200cm

カップめん、容器、ソフトボール、落ち葉、空き缶  
ペットボトルは全てSサイズ(500ml・21cm、1.5~2L・31cm)  
サンダル、スニーカーの袋、ボンデン、サッカーボール、一升瓶、一斗缶  
ごみ袋、カラーコーン(70cm)、ドラム缶(90cm)

### 種類の記入例

漂流物の例	種類	記号
漁具	漁網	FGN
	ボンデン 浮子	FGF
	その他 漁具	FGO
	発泡スチロール(漁具除)	EP
	ビニール	V
	ペットボトル	PB
人工物	その他石油化学製品	PC
	ガラス製品	G
	金属製品	MG
	木材	W
	その他	UO
天然物	流れ藻	SW
	流木	DW
	その他	NO
その他不明	その他不明	UK

### 実例



## 〈記録用早見表 II〉

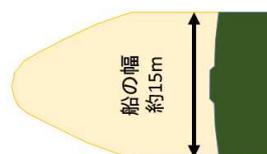
### 距離の記入例

#### 記入例 正横距離

- 5m 舷側より5m以下
- 10m 5mより10m以下
- 15m 10mより15m以下
- 20m 15mより20m以下
- 25m 20mより25m以下

以下同様

目安として



角度	距離(m)
5	1.2
10	2.5
15	3.8
20	5.1
25	6.5
30	8.1
35	9.8
40	11.7
45	14
50	17
55	20
60	24
65	30
70	38
75	52
80	79
85	160

## 2-6. ライントランセクト法におけるデータ解析方法

一般的には、海表面上で漂流ゴミは均一に分布していると仮定できる。しかしながら、航走する船舶の片舷から漂流ゴミを目視観測すると、船体に近いところではほとんどすべての漂流ゴミが発見できるのに対して、船体から離れるにしたがって見落とす確率が高まる。そこで、記録した横距離の頻度分布を取ると、発見した個数は船体近くから横距離が大きくなるに連れて、減少していく。

### ライントランセクト法による横距離データの性質

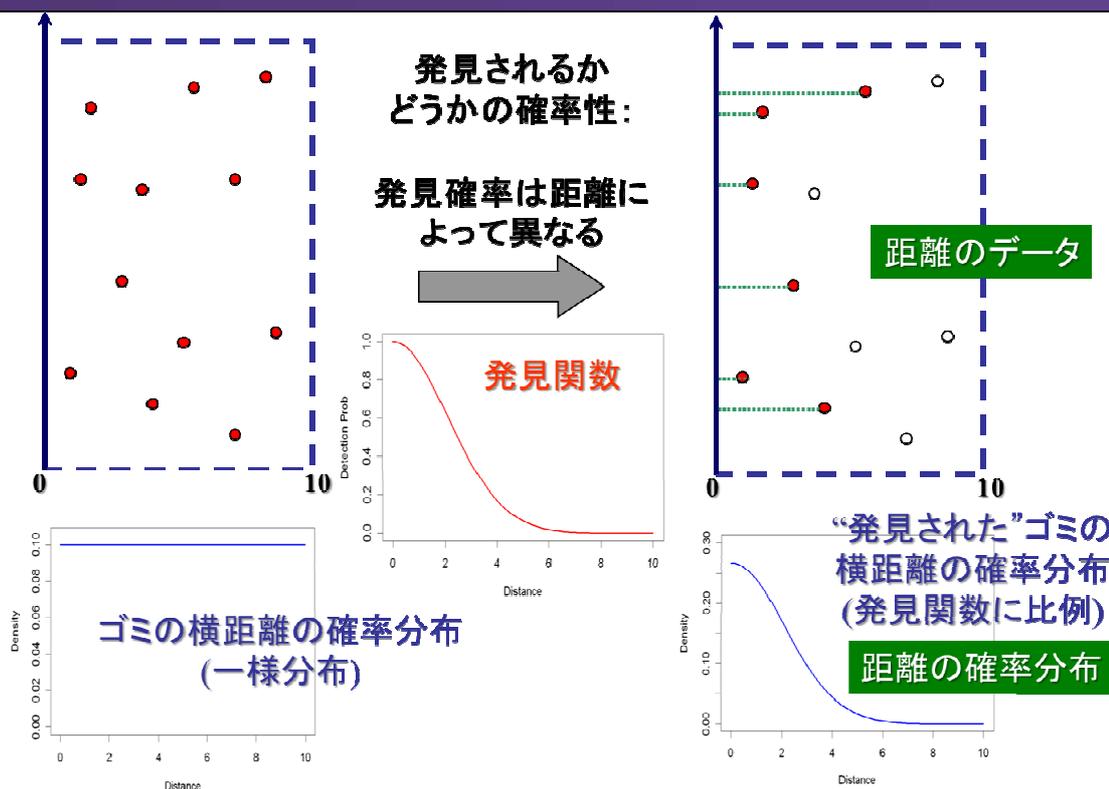


図 II-2 ライントランセクト法による横距離データの性質

この横距離分布を表す単調減少の関数を発見関数と呼ぶ。一般的には、こうした横距離分布に対する発見関数には、ハーフノーマル型、指数型、ハザートレート型の関数が用いられる。本事業では、もっともシンプルな関数であり、有効探索幅を容易に計算できるハーフノーマルを用いることとする。

ハーフノーマル型の発見関数

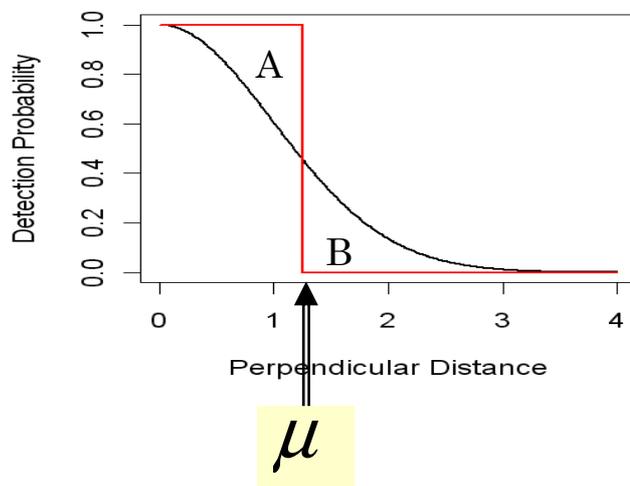
$$g(x) = \exp\left(-\frac{x^2}{2\sigma^2}\right)$$

ただし、ここで  $x$  は横距離であり、 $\sigma$  が最尤推定で求めるべきパラメータである。

この関数を用いて、理論上ですべての漂流ごみが発見（探索）できているとする理論上の横距離（有

効探索幅)を次のような考えから求める。

すなわち、図Ⅱ-3で見落としに当たる部分のAと、遠くまで見えている部分のBが同じになるような距離を有効探索幅とする。



図Ⅱ-3 発見関数と有効探索幅の考え方

このハーフノーマル型の発見関数では、有効探索幅  $\mu$  は、 $\mu = \sigma\sqrt{\pi/2}$  で求めることができる。

このように、横距離データから発見関数のパラメータを推定し、推定された発見関数から有効探索幅  $\mu$  を計算する。

最後に、発見個数  $n$  に対して、密度  $d$  を次式で求める。

$$d = n / \mu L$$

ただし、ここで、 $L$  は観測を行ったラインの距離である。本調査では、1時間の目視観測を1レグとしているので、この観測を行った1時間の航走距離を  $L$  として用いた。

また、海表面に漂流する物体に対する発見関数は、物体の種類や大きさ、色などの特徴、および海面反射などの観測時の物理環境によって影響を受けることが知られている。

そこで、本事業では、物体の種類によってそれぞれ発見関数をハーフノーマル型で求め、そのパラメータから有効探索幅、そして1時間の目視観測である1レグごとに密度を求めた。

なお、資源量については、観測対象となった海域の面積  $A$  をもとに、次式で求めることができる。

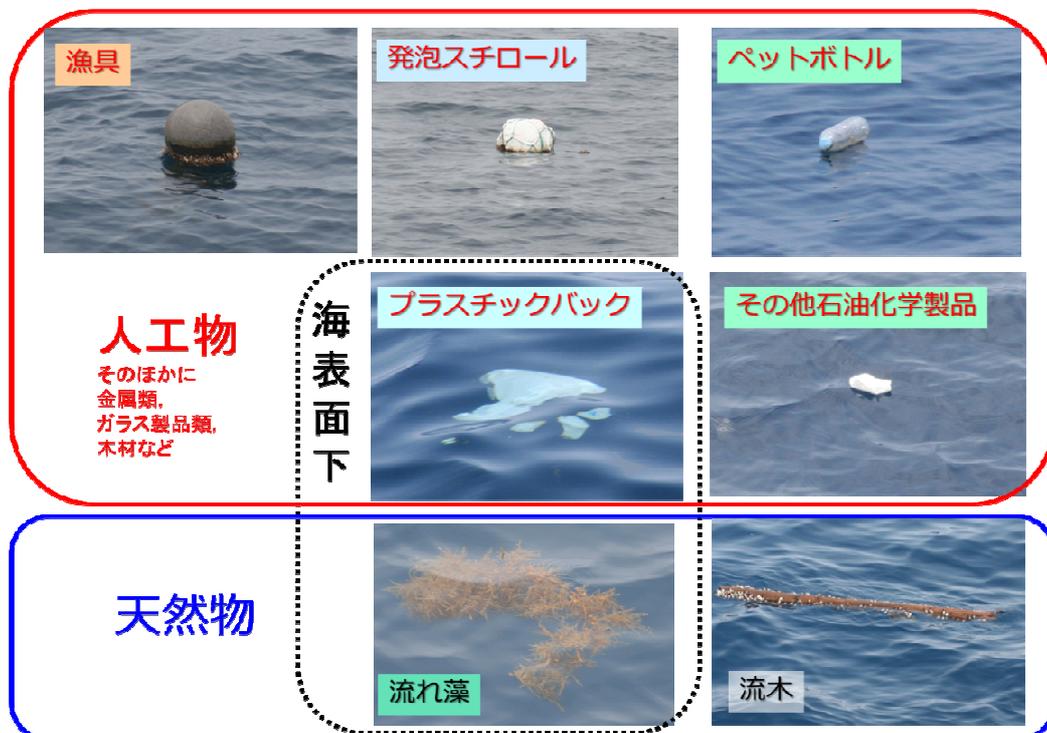
$$N = nA / \mu L$$

### 3. 調査結果

#### 3-1. 発見された漂流物の種類別の割合および発見されやすさ

目視観測による漂流ごみ調査は、海鷹丸で99レグ(1961.1km)、神鷹丸で117レグ(2286.3km)の合計216回(4247.5km)が行われた。この調査で発見された漂流ごみの総数は、12627個(海鷹丸:6081個、神鷹丸6546個)となった。主に発見された漂流物の個数の割合は、多くの場合で流れ藻と流木などの天然物はせいぜい3分の1までであり、人工物がほとんどを占めていた(付図Ⅱ-3-7, Ⅱ-4-2, Ⅱ5-6, Ⅱ6-2, Ⅱ7-4)。特に、この中で、発泡スチロールやプラスチックバックのシート、プラスチック容器、ペットボトルなどのプラスチック類が、漂流物のほとんどを占めた。漁具(ボンデン、浮子)や合成繊維からなる漁網も、同様に多く発見された。これらの漁具、漁網もまたプラスチック類に含まれる。そのほかの人工物としては、ガラス製品(多くはビン類)、金属製品(飲料缶や塗料の缶など)、木材が漂流していた。

それぞれの航海ごとの横距離のヒストグラム(付図Ⅱ-3-12, Ⅱ-4-7, Ⅱ-5-11, Ⅱ-6-3, Ⅱ-7-7)のうちで、発見個数が比較的多い神鷹丸第93次航海と海鷹丸第42次航海の結果(付図Ⅱ-3-12とⅡ-4-7)をみると、発泡スチロール、ペットボトル、漁具のボンデンなどは比較的遠方まで発見できるのに対して、プラスチックバックなどのシートや漁網、流れ藻は遠方では発見しづらい。この傾向は、特に神鷹丸で顕著にみられ、プラスチックのシートや漁網、流れ藻では、横距離10mまでに対して、横距離10~20mで発見できる確率は半分以下にまで低下している。これは、図Ⅱ-4に示したように、発泡スチロールやペットボトル、プラスチック片や漁具は海面に浮きあがって容易に見つけられるのに対して、プラスチックバック等のシートや流れ藻は海面下にあるために、少し船体から離れると海面の反射などにさえぎられて見つけにくくなるものと思われる。特に、観測者の眼高は、神鷹丸では約7mであるのに



図Ⅱ-4 目視観測で見られた漂流物とその見え方について

対して、海鷹丸では約 14m にある。海鷹丸では、一般的に眼高が高いので遠方まで見渡せるのみならず、比較的遠方まで上から見下ろすことが可能となり、海面の反射の影響を受けにくいものと思われる。

### 3-2. 調査船別、漂流物の種類別、大きさカテゴリー別の横距離ヒストグラムと発見関数

比較的発見個数が多い、発泡スチロール、プラスチックバックなどのシート、流れ藻について、横距離のヒストグラムを大きさのカテゴリー（20cm 未満の SS, 50～20cm の S, 5cm 以上の M&L）に分けて描くと（付図Ⅱ-3-13, Ⅱ-4-8, Ⅱ-5-12, Ⅱ-6-4, Ⅱ-7-8）、大きなものほど遠方で発見される傾向が認められる。

以上のように、前節と合わせて、横距離のヒストグラムは調査船ごとに求めるべきであり、また漂流物の種類と大きさごとに異なったことから、それぞれに発見関数と有効探索幅を求めることが望ましいと考えられる。しかしながら、漂流物の種類や大きさによっては、必ずしも発見個数が多いとは限らないことから、本調査では、調査船ごとに漂流物の種類別に発見関数を推定し、有効探索幅を求めて分布密度の推定に用いることとする。

なお、発見関数については、神鷹丸と海鷹丸でそれぞれ全航海での発見を合算して、種類ごとにまた特に大きさのカテゴリーSS とそれ以外を分けて横距離のヒストグラム及び発見関数のパラメータ推定に取り組んだ（付図Ⅱ-1 とⅢ-1）。いずれの種類でも小さな SS の方が、横距離が大きくなるにつれて、発見関数が急激に低下する傾向が認められた。また、同じ種類、同じ大きさのカテゴリーでは、ほとんど場合で、海鷹丸よりも神鷹丸で発見関数は横距離が大きくなると低下する傾向は顕著であった。それぞれ推定した発見関数から求めた有効探索幅は、次の表Ⅱ-2, 3 のとおりである。

表Ⅱ-2 神鷹丸における漂流物種類別、大きさカテゴリー別の有効探索幅(m)

記号	漂流物種類	ALL	SS	S,M,L
FGN	漁網	36.8	20.2	41.7
FGF	ボンデン 浮子	247.8	61.4	287.8
FGO	その他漁具	53.5	17.4	67.2
EP	発泡スチロール	93.8	48.1	194.4
V	プラスチックシート	37.6	25.7	59.7
PB	ペットボトル	52.0	44.3	54.9
PC	プラスチック片	24.0	20.6	34.2
G	ガラス製品	21.5	10.5	30.3
MG	金属製品	24.0	27.5	18.4
W	人工木材	33.4	18.7	45.3
UO	その他	72.2	23.3	106.6
SW	流れ藻	17.9	18.0	17.9
DW	天然流木	36.0	17.6	47.9

表 II-3 海鷹丸における漂流物種類別、大きさカテゴリー別の有効探索幅(m)

記号	漂流物種類	ALL	SS	S,M,L
FGN	漁網	139.6	14.8	146.5
FGF	ボンデン 浮子	348.2	130.6	371.9
FGO	その他漁具	77.1	21.4	88.5
EP	発泡スチロール	150.3	53.3	242.8
V	プラスチックシート	47.3	31.1	71.2
PB	ペットボトル	67.7	66.5	68.4
PC	プラスチック片	221.0	36.1	425.9
G	ガラス製品	55.4	47.8	75.3
MG	金属製品	119.0	96.8	135.9
W	人工木材	73.4	26.2	89.1
UO	その他	60.3	48.3	66.9
SW	流れ藻	33.5	34.8	32.0
DW	天然流木	60.0	25.1	85.5

これらの表でも、有効探索幅は漂流物の種類によって変動があり、上述したように発泡スチロールやペットボトル、ボンデンや浮子などの有効探索幅は大きくなっており、これは海表面に浮き出ている効果によると考えられる。また、同じ種類と大きさカテゴリーで比べると、有効探索幅は神鷹丸よりも海鷹丸の方が大きい。また、それぞれの船で、大きさカテゴリー別の有効探索幅は、小型のSSよりもS、M&Lの方が大きい。これらは、それぞれ、海鷹丸の方が遠くまで漂流物を発見できる、また小さなものよりも大きな漂流物の方が遠くまで見つけることができることを示している。この有効探索幅を用いることで、発見のし易さを考慮して密度推定を行うことができることになる。なお、同様に、各航海についても、同様のヒストグラムと発見関数を図示した（付図II-3～II-7）。

さらに、海域ごとのゴミの組成の傾向を把握するため、以下（図II-5）のような大海区を設定し、海区別の分布密度を算出した。



図 II-5 データ解析に用いた海区

### 3-3. 調査船別、漂流ごみの種類別の有効探索幅

発見関数については、神鷹丸と海鷹丸でそれぞれ全航海での発見を合算して、種類ごとにまた特に大きさの 카테고리-SS とそれ以外を分けて横距離のヒストグラム及び発見関数のパラメータ推定に取り組んだ。いずれの種類でも小さな SS の方が、横距離が大きくなるにつれて、発見関数が急激に低下する傾向が認められた。また、同じ種類、同じ大きさの 카테고리-では、ほとんど場合で、海鷹丸よりも神鷹丸で発見関数は横距離が大きくなると低下する傾向は顕著であった。一方で、サイズ別に解析すると種類によっては発見個数が少なかったため適切な評価が難しいものもあった。そこで本調査では、漂流ごみ分布密度の評価は、調査船別、漂流ごみの種別に推定した発見関数から求めた有効探索幅を使用した。分布密度の推定に使用した有効探索幅は表 II-4 のとおりである。

表Ⅱ-4 海鷹丸・神鷹丸における漂流ごみ種類別の有効探索幅(m)

分類	漂流ごみ種類	海鷹丸	神鷹丸	
	漁網	139.6	36.8	
漁具類	ボンデン 浮子	348.2	247.8	
	その他漁具	77.1	53.5	
人工由来漂流ごみ	発泡スチロール	150.3	93.8	
	プラスチックバックなどシート類	47.3	37.6	
	ペットボトル	67.7	52.0	
	人工物	プラスチック片	221.0	24.0
		ガラス製品	55.4	21.5
		金属製品	119.0	24.0
		人工木材	73.4	33.4
その他	60.3	72.2		
天然由来漂流ごみ	天然物	流れ藻	33.5	17.9
		天然流木	60.0	36.0

これらの表でも、有効探索幅は漂流ごみの種類によって変動があり、上述したように発泡スチロールやペットボトル、ボンデンや浮子などの有効探索幅は大きくなっており、これは海表面に浮き出ている効果によると思われる。また、同じ種類で比べると、有効探索幅は神鷹丸よりも海鷹丸の方が大きい。この有効探索幅を用いることで、発見のし易さを考慮した密度推定を行うことができることになる。

### 3-4. 漂流ごみ種類別の分布密度 (図Ⅱ-6,7)

はじめに、種別有効探索幅と観測距離の合計から総探査海域の面積を求め、全海域および海区別に対する漂流ごみの密度を算出した。その結果、漂流ごみの分布密度は、全海区を通じてみると、人工系漂流ごみは 34.4 個/km<sup>2</sup>、天然系漂流ごみは 22.57 個/km<sup>2</sup> となり、人工系の漂流ごみの方が天然系よりも多いことが確認された。これらを海区別にみると、人工系漂流ごみの密度は、東シナ海の 51.6 個/km<sup>2</sup> を最高として、日本海西区で 34.0 個/km<sup>2</sup>、日本海北区で 35.7 個/km<sup>2</sup> となり、太平洋側の太平洋北区 21.5 個/km<sup>2</sup>、太平洋中区 17.7 個/km<sup>2</sup>、太平洋南区 23.2 個/km<sup>2</sup> のいずれよりも高い密度となっていた。人工物が最も少なかったのは、瀬戸内海区で 15.85 個/km<sup>2</sup> であった。天然系漂流ごみの密度についてみると、瀬戸内海区が 36.26 個/km<sup>2</sup> ともっとも高かく、次いで日本海側、太平洋側・東シナ海となり、人工系と異なる傾向が見られた。特に、人工系漂流ごみが最も少なかった瀬戸内海が、天然系の漂流ごみの密度が最も高い結果となった。以下に、種別の分布密度の詳細を報告する。

#### 3-4-1 漁具類 (図Ⅱ-8, 9, 10, 11, 12, 13)

海区別に漁網、ボンデン・浮子、その他漁具の分布密度を比較すると、いずれの漁具類も東シナ海から日本海側にかけて高く、太平洋側で低くなる傾向が見られた。さらにレグごとの分布密度をみると、漁網は日本海の隠岐島の北側約 125km の海域で特に多く (8.0 個/km<sup>2</sup>) 見られた。ボンデン・浮子については、東シナ海区から日本海西区において、東シナ海での 1.9 個/km<sup>2</sup> を最高に、1 個未満の発見が

断続的に続いていた。このようにこれらは単発での発見が多かったことから、廃棄された漁具ではなく、まだ操業中のものであった可能性もある。漁業資材とみられるロープ類や旗竿などのその他漁具は、屋久島の西約 270km の東シナ海の日中中間水域（最高：6.4 個/km<sup>2</sup>）および対馬海峡の北東約 170km の海域（最高：6.4 個/km<sup>2</sup>）、能登半島西側約 35km の海域（8.0 個/km<sup>2</sup>）、津軽海峡の西側 65km の海域（6.9 個/km<sup>2</sup>）などで多数発見された。

#### 3-4-2 発泡スチロール（図Ⅱ-14, 15）

発泡スチロールは、全海区でみると 4.9 個/km<sup>2</sup> であった。高密度だったのは、東シナ海区の 10.0 個/km<sup>2</sup>、ついで日本海西区の 4.15 個/km<sup>2</sup>、日本海北区の 4.0 個/km<sup>2</sup> となった。太平洋側は南から北に行くにつれてわずかではあるが、密度が高くなる傾向がみられた（南区 0.93 → 中区 1.56 → 北区 1.79（単位：個/km<sup>2</sup>））。分布傾向の詳細をみると対馬海峡から北東の海域（東シナ海区北東部：山口県沖合 80km～100km）で 67.8 個/km<sup>2</sup> を最高に、20 個/km<sup>2</sup> 以上の観測レグが集中（7月 20 日～21 日、レグ番号：神鷹丸 4～11, 14）していた。これらが東シナ海区の密度を引き上げていたといえる。このような傾向となった要因として以下が考えられる。①薩南諸島の西方 200～250km の東シナ海でも、一定量（10 個/km<sup>2</sup> 以上が 7 レグ）を発見されており、これらが対馬海峡部分で集約されて、多数発見された可能性と、②九州北岸や韓国南岸では養殖業が盛んに行われており、こうした養殖施設で用いられている発泡スチロールが流出した可能性になる。これらの発泡スチロールは日本海に入った後、主に調査が行われた 7、8 月の時期においては、南風によって北方向に流れた可能性がある。

#### 3-4-3 プラスチックバックなどシート類（図Ⅱ-16, 17）

プラスチックバックやビニールなどのシート類は、全海区における分布密度が 18.6 個/km<sup>2</sup> と、種別の中で最も高い密度となった。海区別に見ると、日本海北区の 22.1 個/km<sup>2</sup> が最も高くついで東シナ海区の 21.1 個/km<sup>2</sup> となり、最も低いのが太平洋中区の 10.4 個/km<sup>2</sup> であった。人工系漂流ごみの密度が比較的低い瀬戸内海区でも、シート類は 11.5 個/km<sup>2</sup> と他の人工系漂流ごみ（発泡スチロール 0.1 個/km<sup>2</sup> 未満～プラスチック片 1.7 個/km<sup>2</sup>）に比べて突出して高い値となった。分布の詳細をレグ毎にみると、福岡港の沖約 40km のレグ（137.5 個/km<sup>2</sup>）や能登半島の北側距岸約 10km のレグ（77.2 個/km<sup>2</sup>）、津軽海峡の西方約 160km のレグ（72.5 個/km<sup>2</sup>）で特に高密度が記録された。特徴として、福岡港の沖合や、能登半島の沖合のように、岸近くに高密度な海域が存在したことがあげられる。これらのプラスチックバックなどのシートは都市部などの人口密集地から流入してきたものが、発見された可能性がある。一方でシート類は、全観測 216 レグ中 209 レグで観測され、そのうち 124 レグが分布密度 10 以上、さらに 55 レグが 20 以上と海域全体に広く分布していることが明らかとなった。

#### 3-4-4 ペットボトル（図Ⅱ-18, 19）

全海区の密度は 2.4 個/km<sup>2</sup> であった。海区別にみると、東シナ海が 5.0 個/km<sup>2</sup> と最も高く、瀬戸内海を除くその他の海域では、1 個/km<sup>2</sup> 以上 2 個/km<sup>2</sup> 未満であった。瀬戸内海は、0.2 個/km<sup>2</sup> と他の海域と比較して 5 分の 1 以下の低い密度であった。その詳細をみると、薩南諸島の西方 200～250km の東シナ海で 16.4 個/km<sup>2</sup> を最大に、10 個/km<sup>2</sup> 以上の密度の海域が 6 レグ見られた。また、発泡スチロールと同様に対馬海峡から北東にかけても 5 個/km<sup>2</sup> 以上 10 個/km<sup>2</sup> 未満のレグが複数存在していた（図Ⅱ-6）。

#### 3-4-5 プラスチック片 (図Ⅱ-20, 21)

全海区の密度は 3.5 個/km<sup>2</sup>であった。高密度海区順にみると、ペットボトル同様に東シナ海区が 8.0 個/km<sup>2</sup>と最も高く、次いで日本海西区の 3.8 個/km<sup>2</sup>、太平洋中区の 2.9 個/km<sup>2</sup>、日本海北区の 2.7 個/km<sup>2</sup>となった。人工系の漂流ごみは、東シナ海区から日本海区にかけて多い傾向があったが、プラスチック片については、太平洋中区で日本海側の海区で同程度の密度となった。一方でレグ毎の分布密度をみると、20 個/km<sup>2</sup>以上が記録されたのは 21 レグで、そのうち 18 レグが東シナ海区、2 レグが西日本海区、1 レグが瀬戸内海区であった。東シナ海区でも特に薩南諸島の西方 200~250km の東シナ海で 83.5 個/km<sup>2</sup>を最大に 30 個以上のレグが 13 レグ記録された。これらのプラスチック片には、原形をとどめたプラスチック容器が多くみられ、プラスチックスプーンなどといった生活感の漂う漂流ごみが多く含まれていた。また、能登半島の北西沖のレグでも 19.5 個/km<sup>2</sup>の比較的高い密度が記録されている。

#### 3-4-6 ガラス製品 (図Ⅱ-22, 23)

ガラス製品の全海区の分布密度は 1.0 個/km<sup>2</sup>未満となったなか、東シナ海区のみ 1.0 個/km<sup>2</sup>以上の密度を記録した。レグごとに見るとガラス製品が観測されたのは 216 レグ中、34 レグであった。本来、沈むはずのガラス製品が漂流すること自体が不自然であるためか、全体を通しての発見個数も 57 個と少なかった。その一方で、これらの半数以上が東シナ海区で、特に薩南諸島の西方 200~250km の海域で発見されている。特に、神鷹丸による 8 月 24 日レグ 98 の観測で、11 個のガラス製品が記録された。密度に換算すると 21.8 個/km<sup>2</sup>になった。ここで記録されたガラス製品は、茶色のビンが 7 個、透明のビンが 2 個、蛍光灯が 2 本でいずれも浮力を保った状態で浮いていた。

#### 3-4-7 金属製品 (図Ⅱ-24, 25)

金属製品の全海区の分布密度もガラス製品同様 1.0 個/km<sup>2</sup>未満であった。海区別に見るとガラス製品ほどではないが、東シナ海区が 0.5 個/km<sup>2</sup>と最も高密度であった。そして東シナ海区でもガラス製品と同様に薩南諸島の西方 200~250km の海域に 5.3 個/km<sup>2</sup>を最高密度とする、相対的に他の海域よりも高い密度のレグが集まっている。これらの金属製品は、飲料缶や塗料缶などであり、ある程度の期間が過ぎるうちに、海中に沈んでいく可能性があると思われる。

#### 3-4-8 木材 (人工系) (図Ⅱ-26, 27)

木材の全海区における分布密度は、0.5 個/km<sup>2</sup>であった。最も分布密度が高かったのは、ガラス製品や金属製品と同様に東シナ海区で、密度は 1.0 個/km<sup>2</sup>であった。レグ毎に分布密度を見ていくと、やはりガラス製品や金属製品と同様に、薩南諸島の西方 200~250km の海域に 6.4 個/km<sup>2</sup>を筆頭にその周辺のレグで比較的高い密度が記録されていた。その一方で、東シナ海から対馬海峡を抜けた海域でも 5.1 個/km<sup>2</sup>と高い密度のレグがみられた。このように東シナ海と対馬海峡を抜けた箇所に同程度に高密度で分布する傾向は、先に記したペットボトルと似た分布のしかたである。

#### 3-4-9 その他人工系漂流ごみ (図Ⅱ-28, 29)

全海区における分布密度は 2.6 個/km<sup>2</sup>であった。その他人工系漂流ごみとは、紙パックや段ボールなどの紙類をはじめ、麻袋、塩ビパイプ、バケツ、ひも、ロープ、帽子、長靴など石油製品ではあるが原型をとどめていたため、その他として分類されたものも多く見られた。こうした原型をとどめたその他ごみは、海區別にみると東シナ海区が 3.6 個/km<sup>2</sup>と最も多くついで日本海北区の 3.27 個/km<sup>2</sup>、日本海西区の 2.79 個/km<sup>2</sup>となった。太平洋側での最高値（太平洋北区の 1.33 個）と比較してわかるように、この分類の漂流ごみも、東シナ海から日本海にかけて多く分布していた。その他に分類された漂流ごみの分布をレグごとにみると、最も分布密度が高かったのは、能登半島の北西沖合約 300km と山陰地方の沖合約 200km で記録された 18.3 個/km<sup>2</sup>であった。海區別で最も高かった東シナ海区では、薩南諸島の西方約 250km の海域での 16.0 個/km<sup>2</sup>が最も高かった。そしてその周辺では 7.7~9.5 個/km<sup>2</sup>の高い密度のレグ続いていた。日本海区で高い密度を記録したレグでもその近傍のレグは、周囲に比べてやや高い密度が分布する傾向が見られた。これらのことから、原形をとどめたものが多く含まれたそのた漂流ごみは、同じような時期に海洋に流出したもので今後劣化が進んで行くものと考えられた。

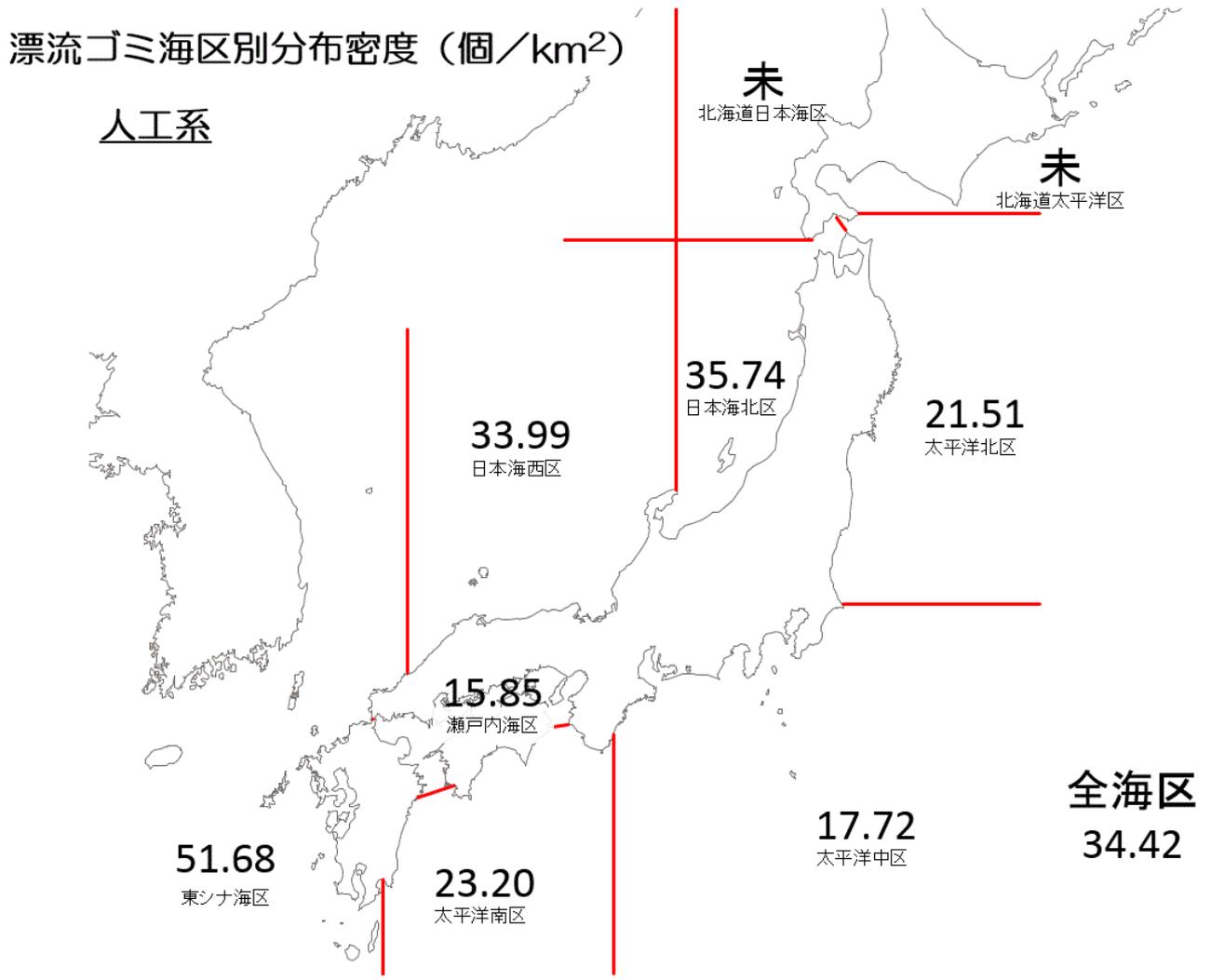
#### 3-4-10 流れ藻（図Ⅱ-30, 31）

天然系の漂流ごみの一つである流藻の全海区における分布密度は、17.1 個/km<sup>2</sup>であった。最も分布密度が高かったのが瀬戸内海区の 27.9 個/km<sup>2</sup>で、次いで 25.21 個/km<sup>2</sup>の日本海西区で 10 個/km<sup>2</sup>を下回ったのは、太平洋南区の 8.4 個/km<sup>2</sup>であった。特徴的なのは、瀬戸内海区が人工系の漂流物で海區別の最高密度を記録することがなかったのに対して、天然系の流藻では瀬戸内海区が最高密度であったことである。太平洋側と日本海側を比較すると日本海側のほうが高くなったが、東シナ海と太平洋を比較すると太平洋中区は東シナ海区を上回っていた。このように天然系の漂流ごみは、人工系の漂流ごみと分布の傾向に違いが見られた。分布の詳細をみると、対馬海峡周辺（最高：88.0 個/km<sup>2</sup>）、山陰沖約 250km（最高：85.7 個/km<sup>2</sup>）、能登半島周辺海域（最高：160.6 個/km<sup>2</sup>）、津軽海峡（最高：107.1 個/km<sup>2</sup>）、瀬戸内海（最高：57.2 個/km<sup>2</sup>）で比較的多く発見されており、太平洋側の沿岸ではあまり発見されていない。

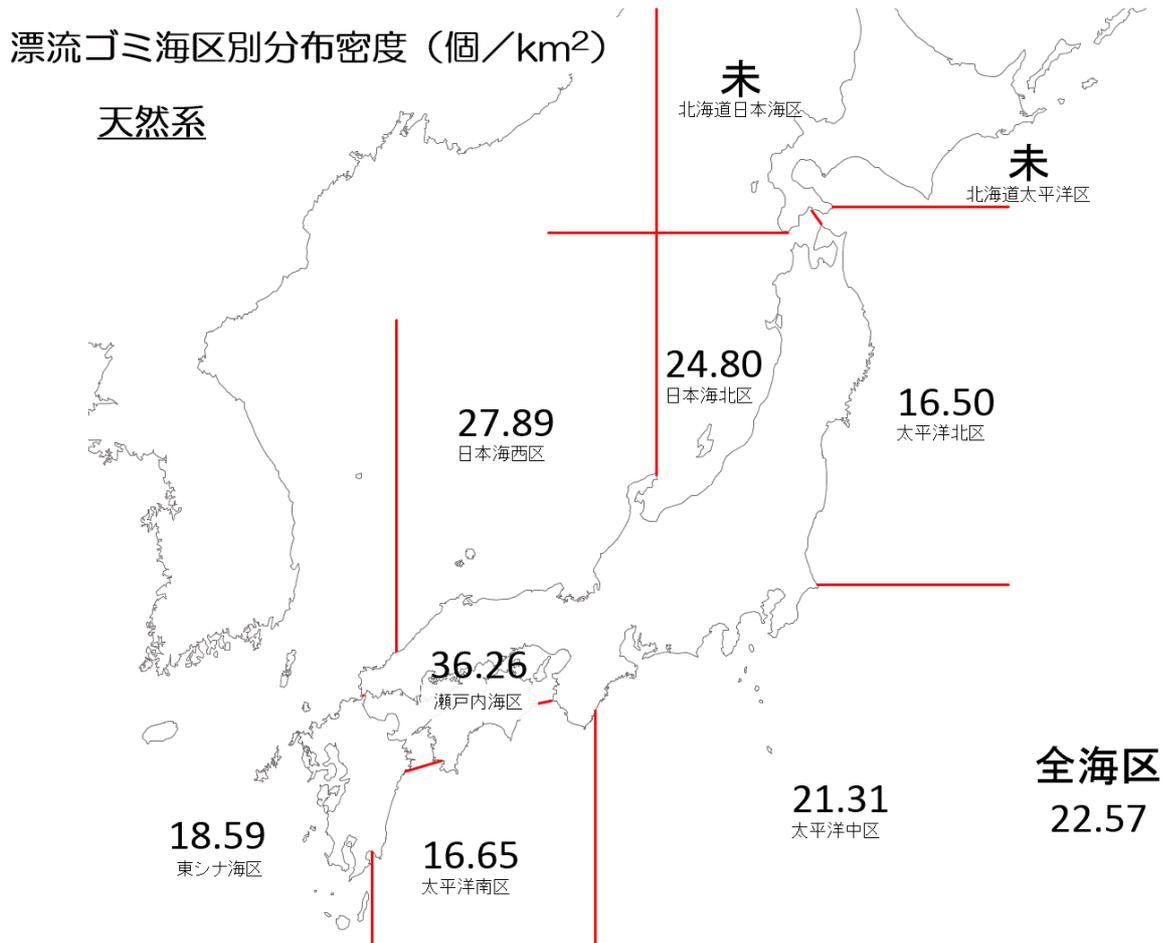
#### 3-4-11 天然流木（図Ⅱ-32, 33）

天然流木の全海区の分布密度は 5.5 個/km<sup>2</sup>であった。流木も流藻同様に瀬戸内海区の 8.33 が最高値であった太平洋南区もほぼ同じ 8.26 であった。これに次いで高かったのが日本海北区の 7.0、次いで太平洋中区の 6.4、太平洋北区の 6.3、東シナ海区の 5.7 で最も少なかったのが日本海西区の 2.7 であった。同じ木であっても人工物である木材とは異なる分布を示した。この分布の詳細をみていくと最も高かった瀬戸内海区では、響灘での 23.1 個を最高に西よりが高くなる傾向が見られた。太平洋北区の銚子東方沖約 220km の 25.1 個、山陰沖約 250km の 23.7 個ではスポット的に高密度を記録したレグがあった。また、東シナ海区は屋久島西方 250km 付近に 29.6 個とレグ別での最高密度を筆頭に、9.5 以上の高密度が 6 レグで記録されていた。この薩南諸島の西方海域では、人工系漂流ごみの高密度海域であったが、天然系の流木はこれよりもやや九州に近い場所で高密度海域を形成していた。それ以外に注目すると、津軽海峡、紀伊半島東方沿岸、土佐湾、北九州沿岸など、比較的岸に近い海域に多く見られた。沿岸近くでこのように多数の流木が存在は、船舶航行に影響を与えることが懸念されるが、実際に発見されている流木の多くは、20cm 未満の SS サイズのものであったことからその影響は少ないといえる。

以上のように、全体的に日本海側に比べて、太平洋側では漂流ごみが少ない傾向にある。また、日本海のほぼ中央部である大和堆付近でも漂流ごみが発見されるなど、日本海側では広くプラスチック類が漂流していることが分かった。特に、東シナ海と対馬海峡から日本海に入ったあたりに、発泡スチロールやペットボトル、プラスチック片とシートが分布していた。これらは、東シナ海から日本海に流入している可能性を示すものであり、日本海で滞留した漂流ごみは、冬季の北風によって日本の沿岸に漂着している可能性が考えられる。



図II-6. 海区別人工系漂流ごみの分布密度



図II-7. 海区別天然系漂流ごみの分布密度

漂流ゴミ海区別分布密度 (個/km<sup>2</sup>)

人工系  
漁網

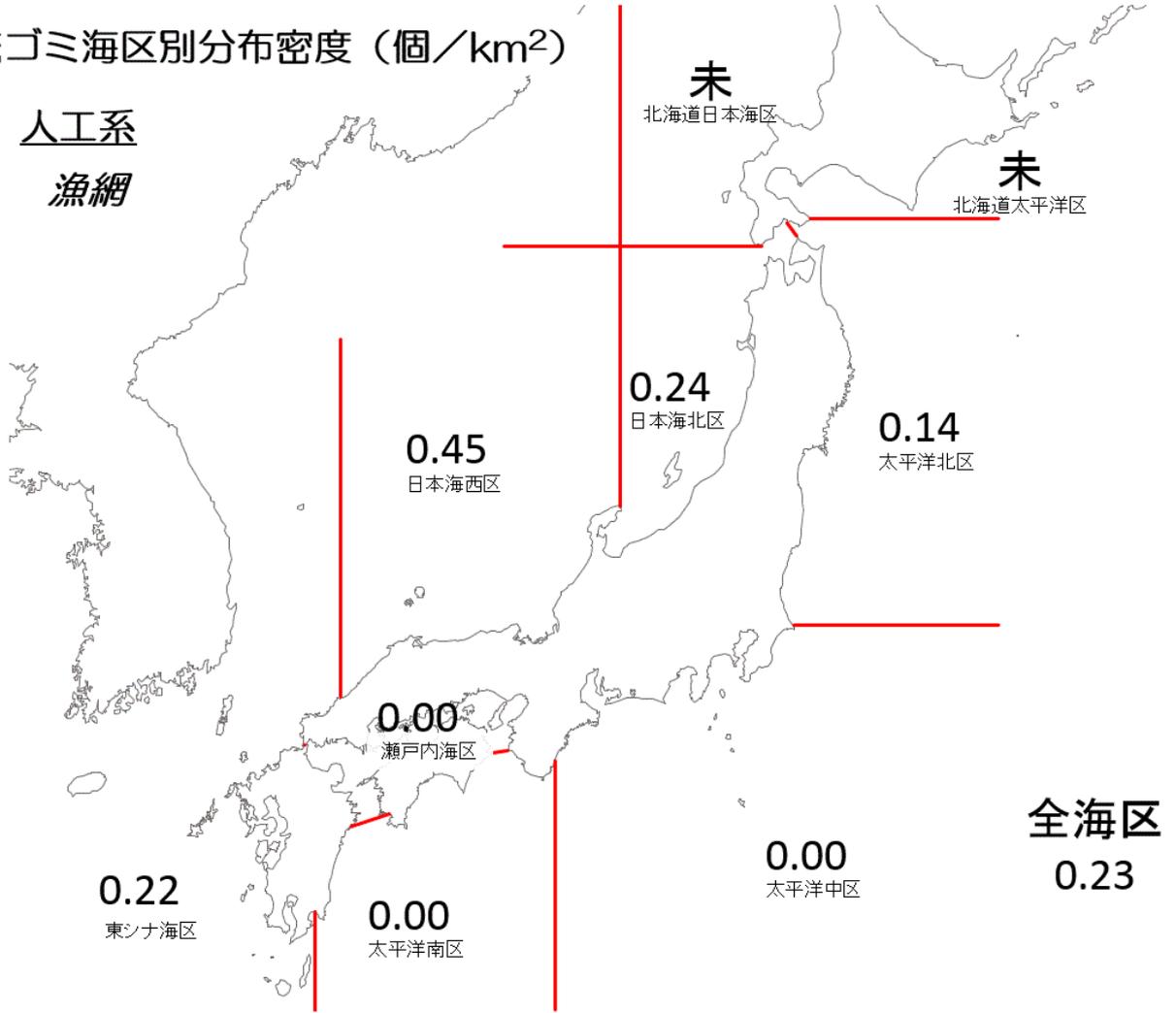


図 II-8. 海区別漁網 (漁具類) の分布密度

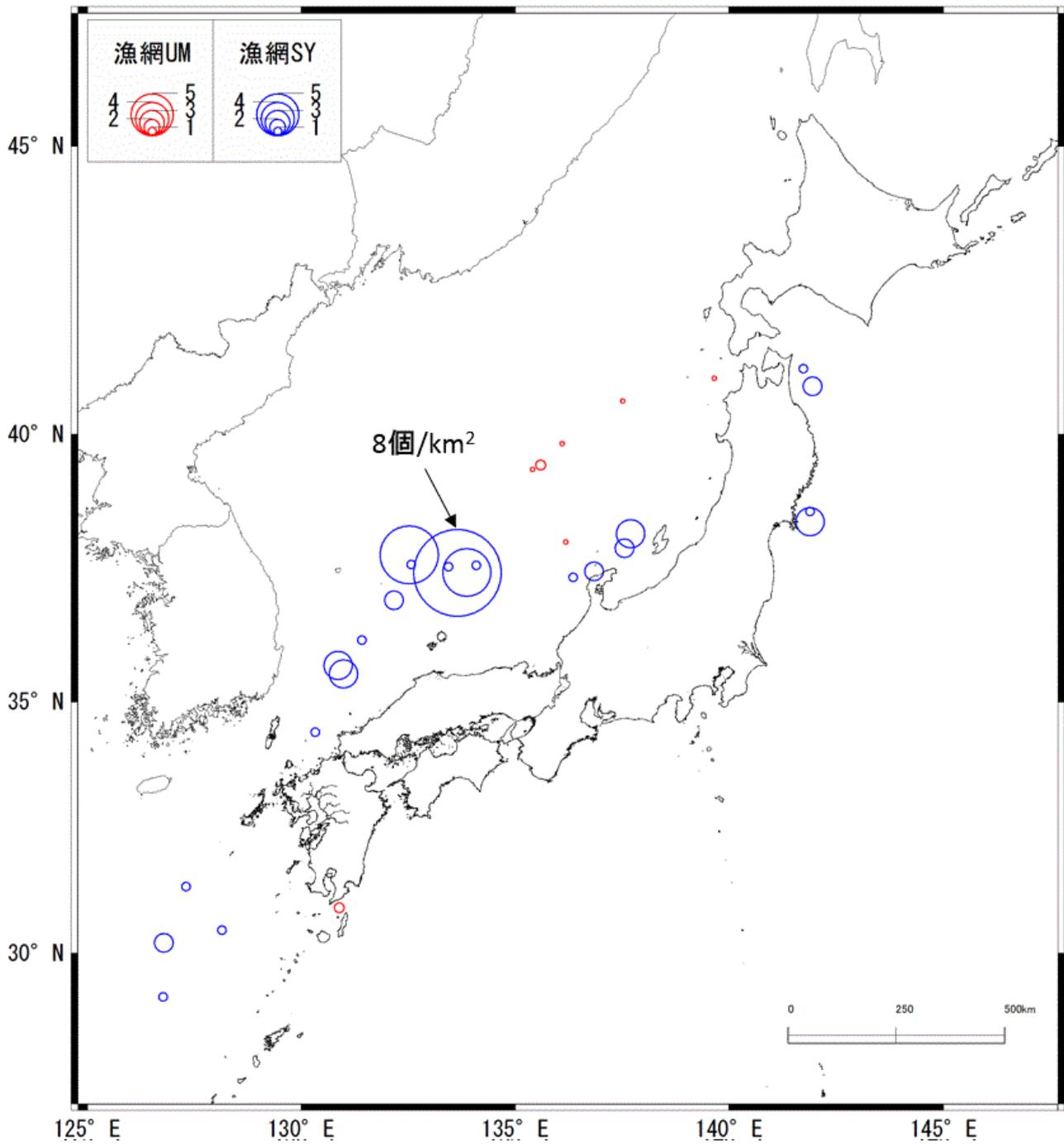
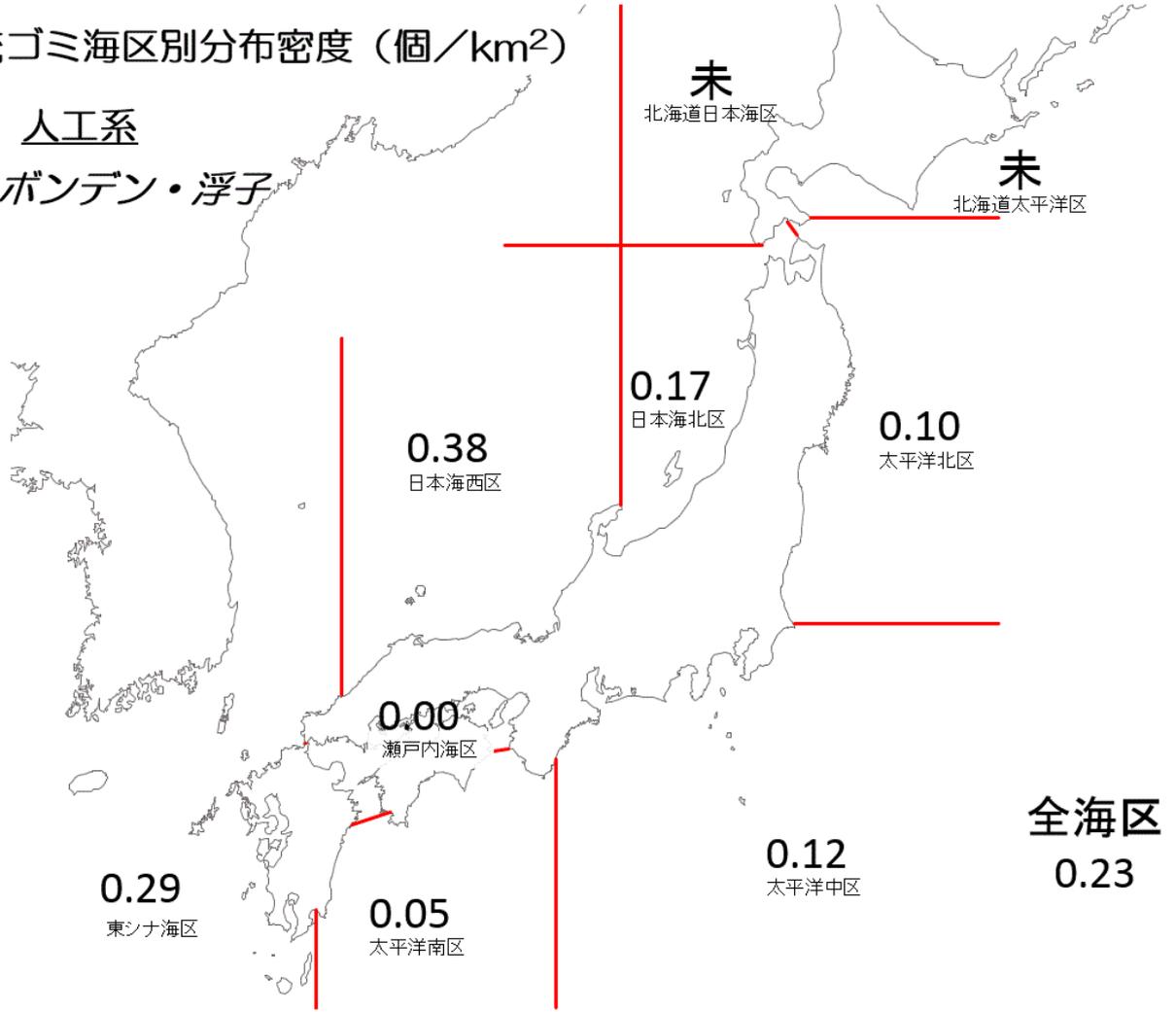


図 II-9. レグ別漁網（漁具類）の密度分布図（UM：海鷹丸，SY：神鷹丸）

漂流ゴミ海区別分布密度 (個/km<sup>2</sup>)

人工系  
ボンデン・浮子



図II-10. 海区別ボンデン・浮子 (漁具類) の分布密度

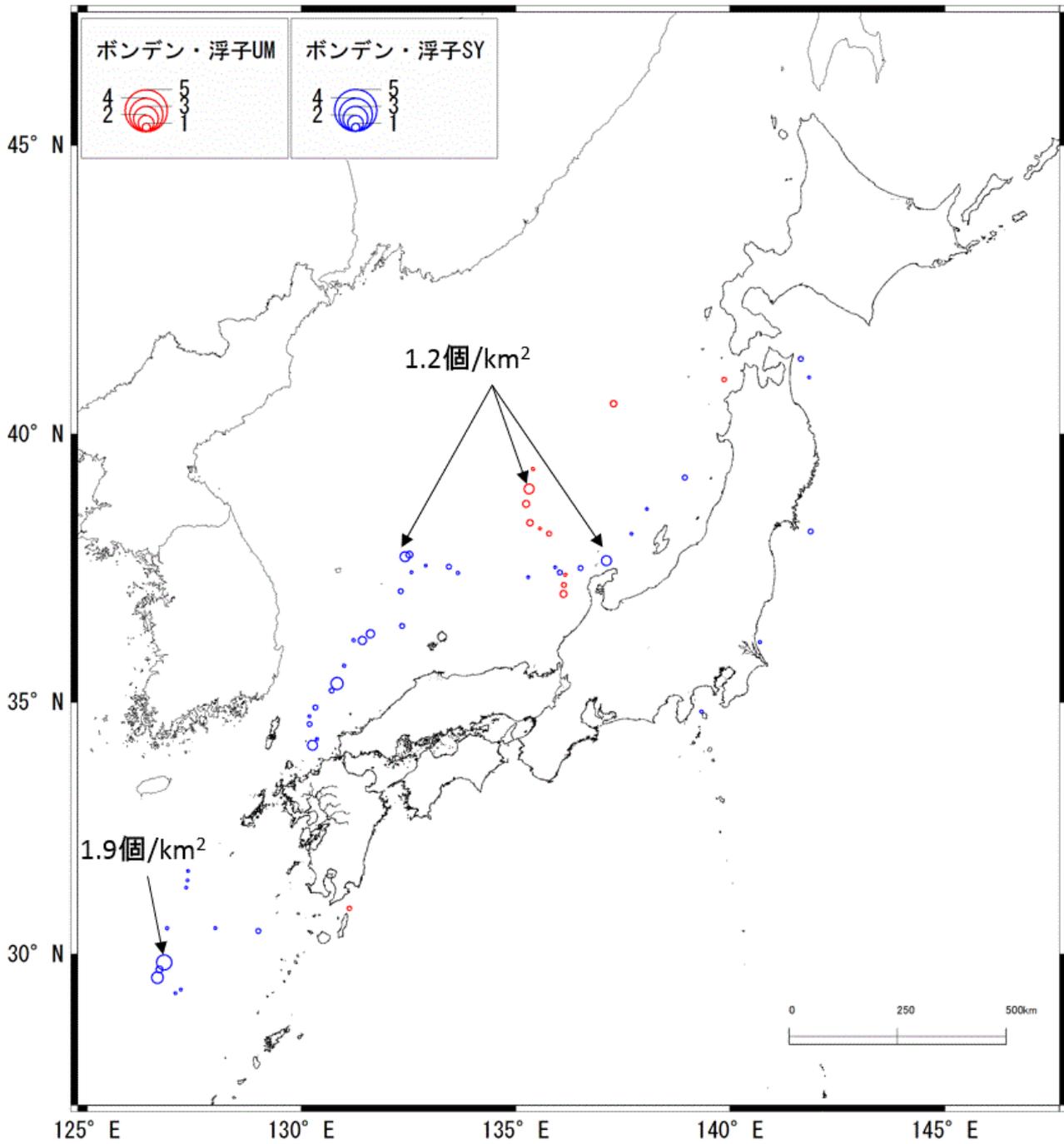


図 II-11. レグ別ボンデン・浮子（漁具類）の密度分布図（UM：海鷹丸，SY：神鷹丸）

漂流ゴミ海区別分布密度 (個/km<sup>2</sup>)

人工系

その他漁具

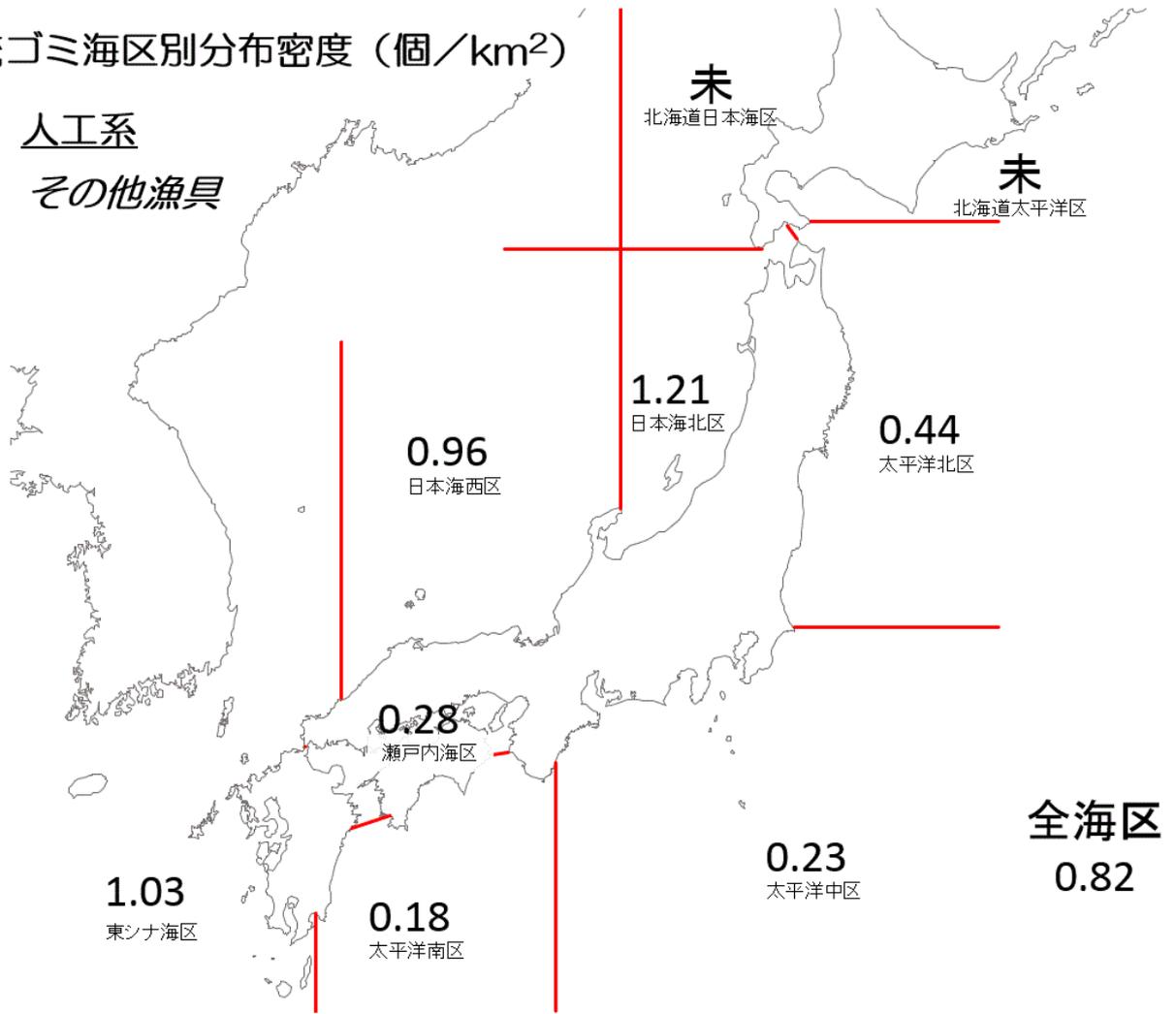
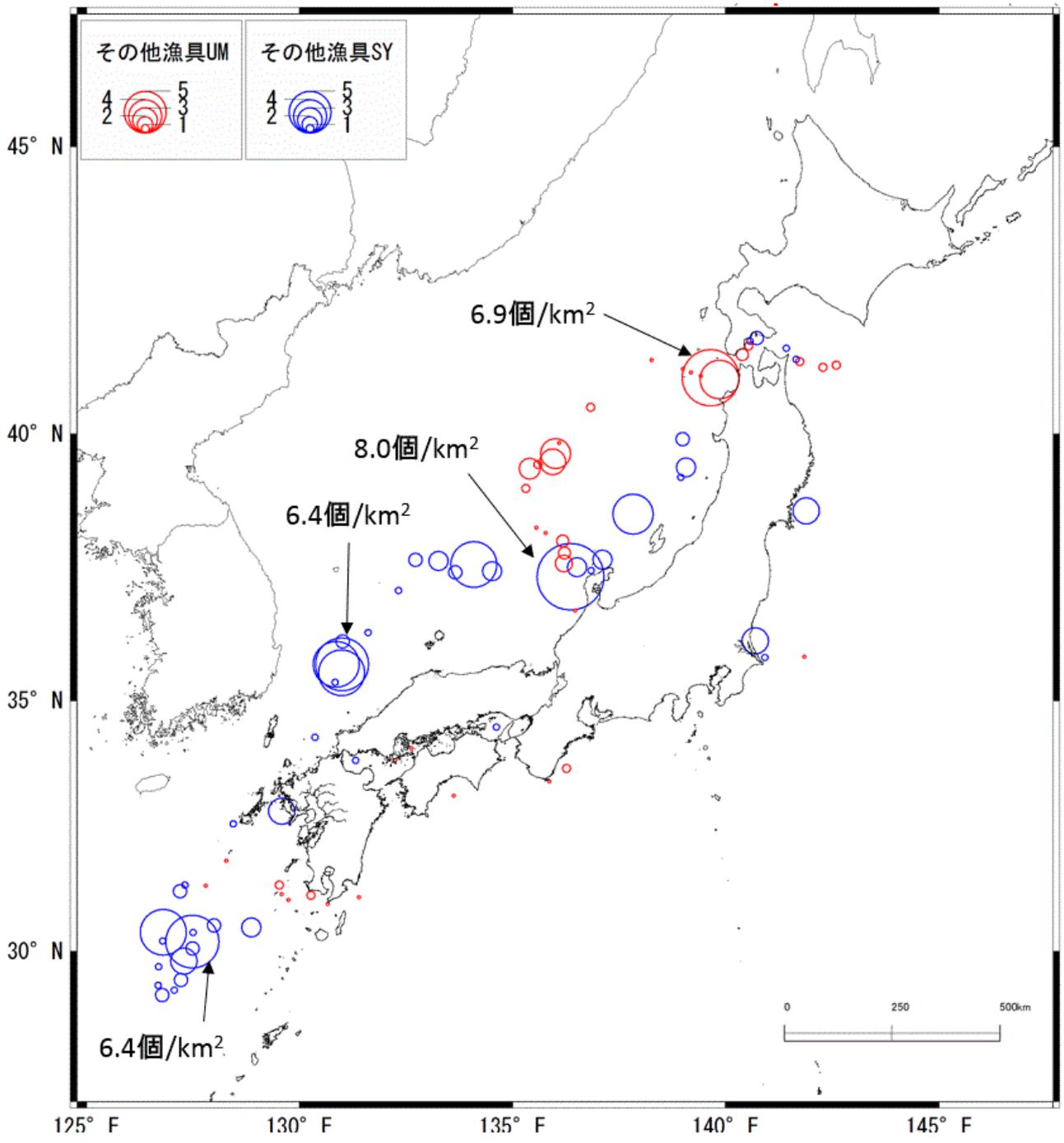


図 II-12. 海区別その他漁具 (漁具類) の分布密度



図II-13. レグ別その他漁具（漁具類）の密度分布図（UM：海鷹丸，SY：神鷹丸）

漂流ゴミ海区別分布密度 (個/km<sup>2</sup>)

人工系  
発泡スチロール

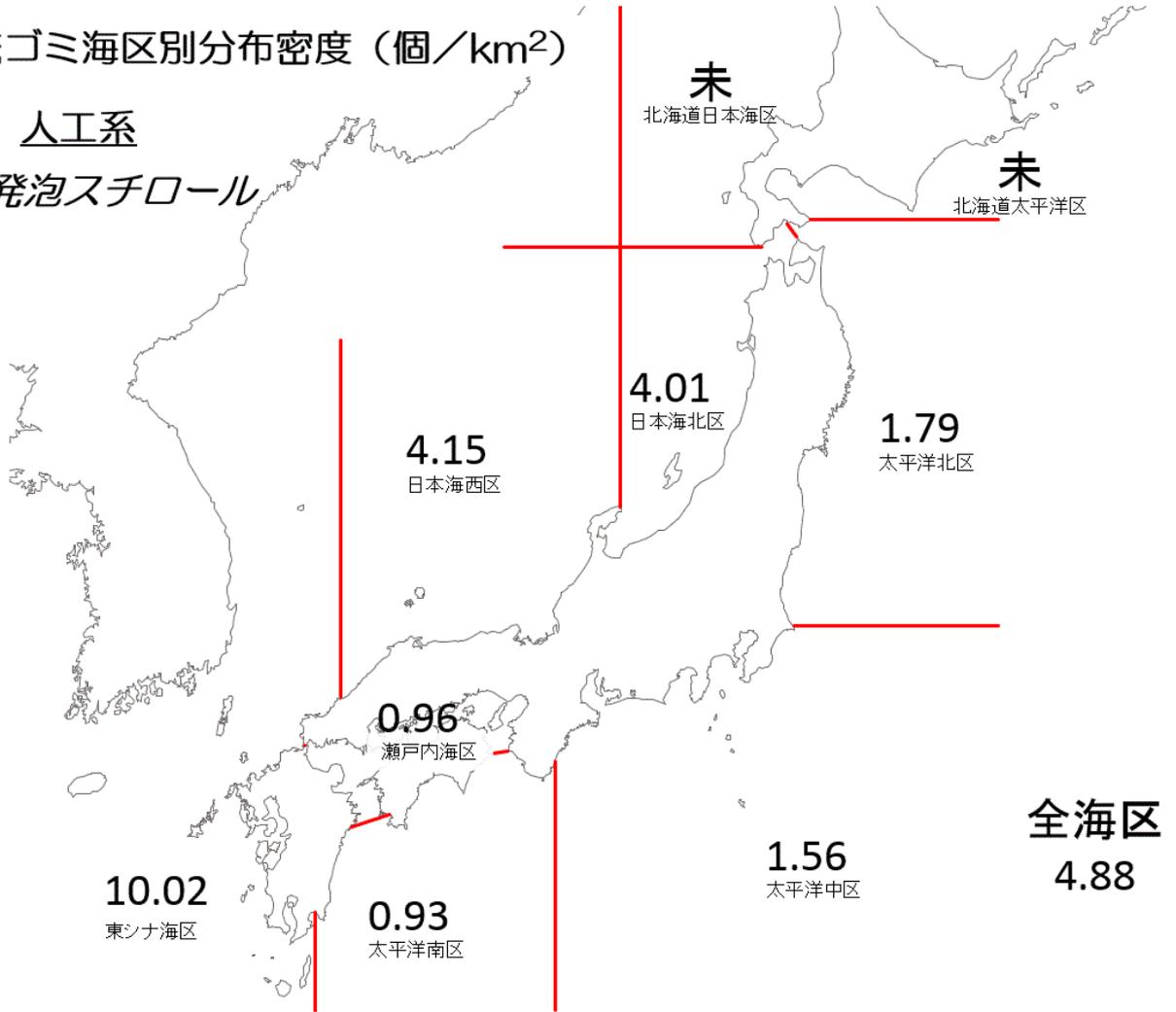
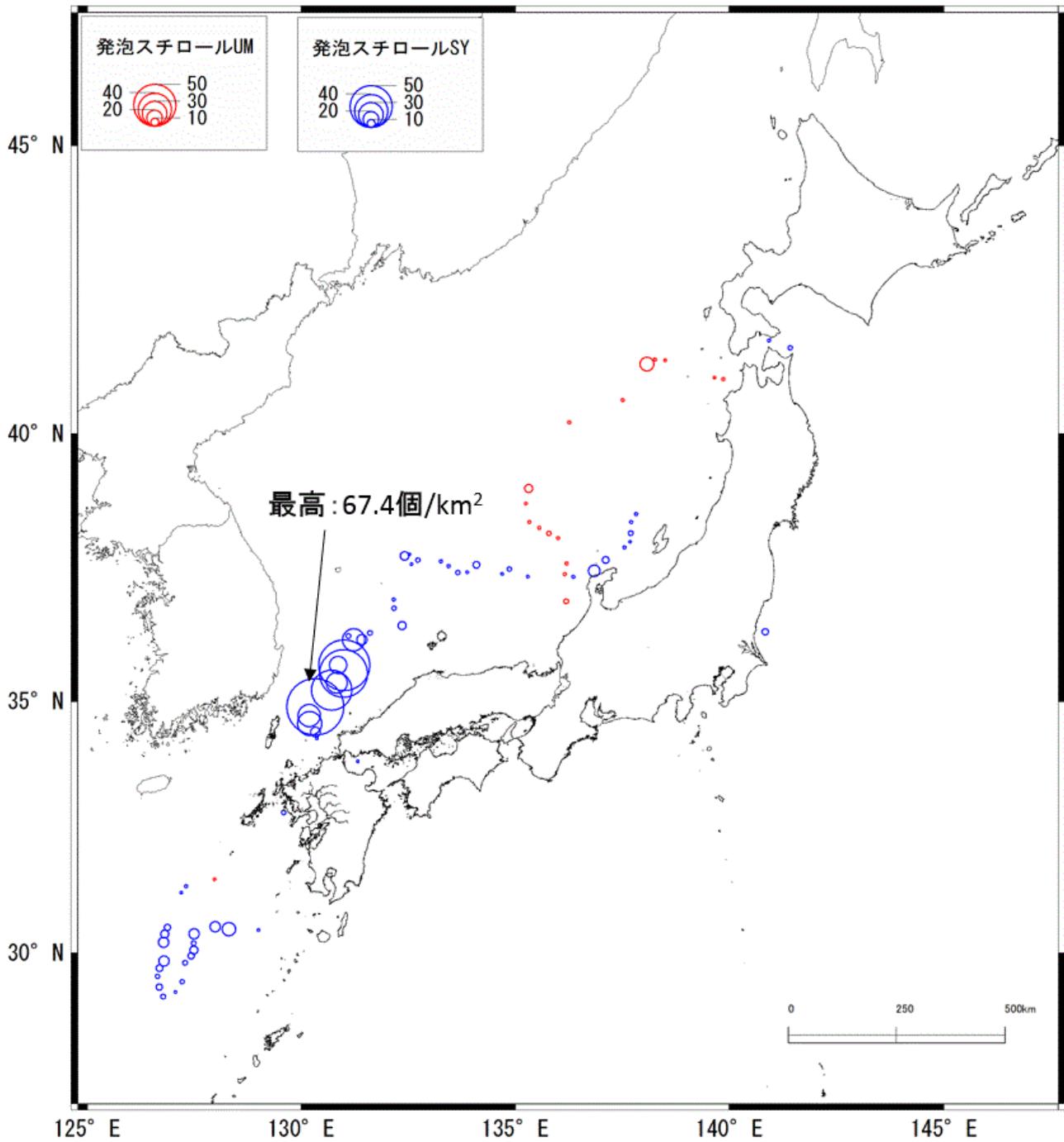


図 II-14. 海区別発泡スチロールの分布密度



図II-15. レグ別発泡スチロールの密度分布図 (UM: 海鷹丸, SY: 神鷹丸)

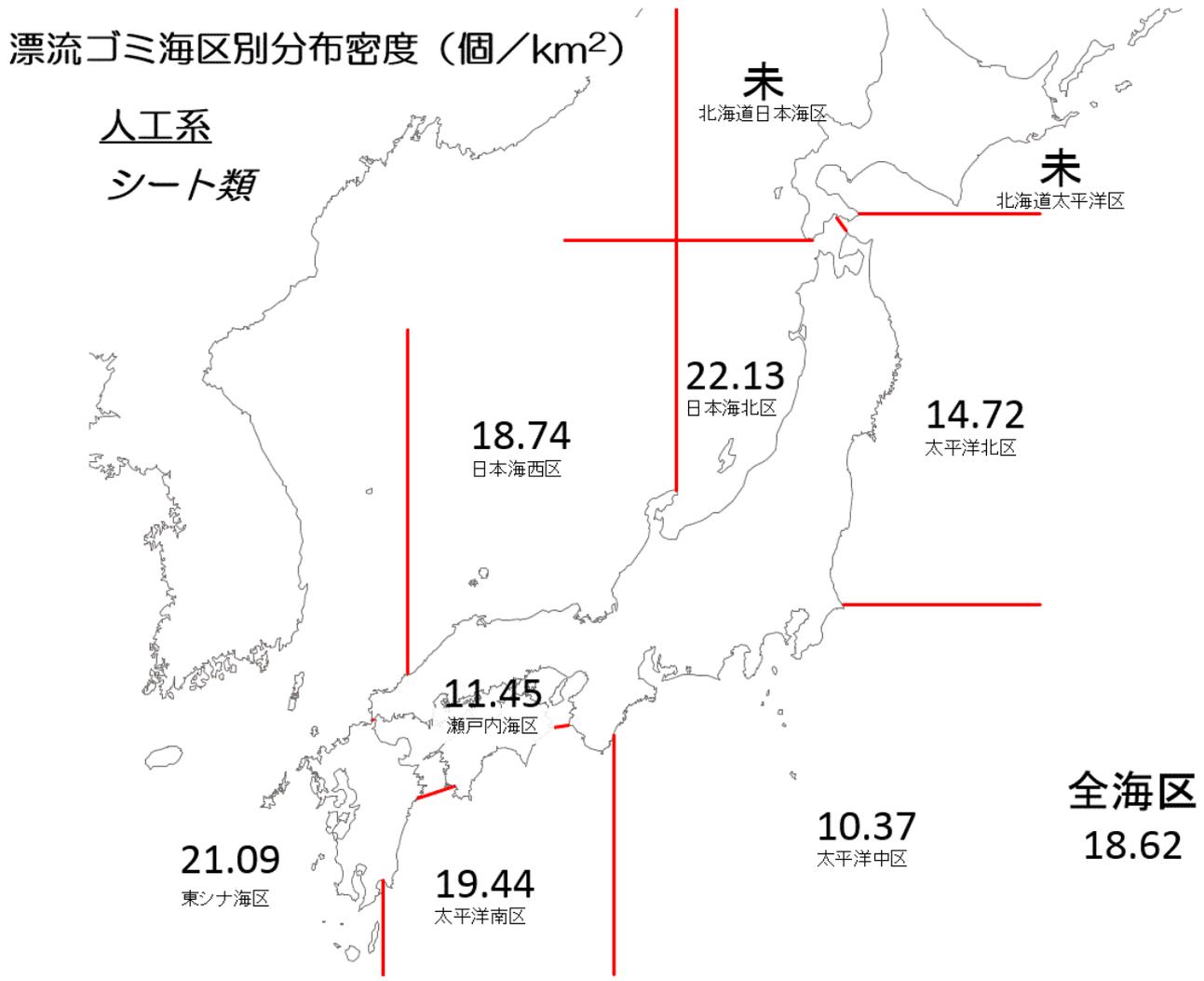
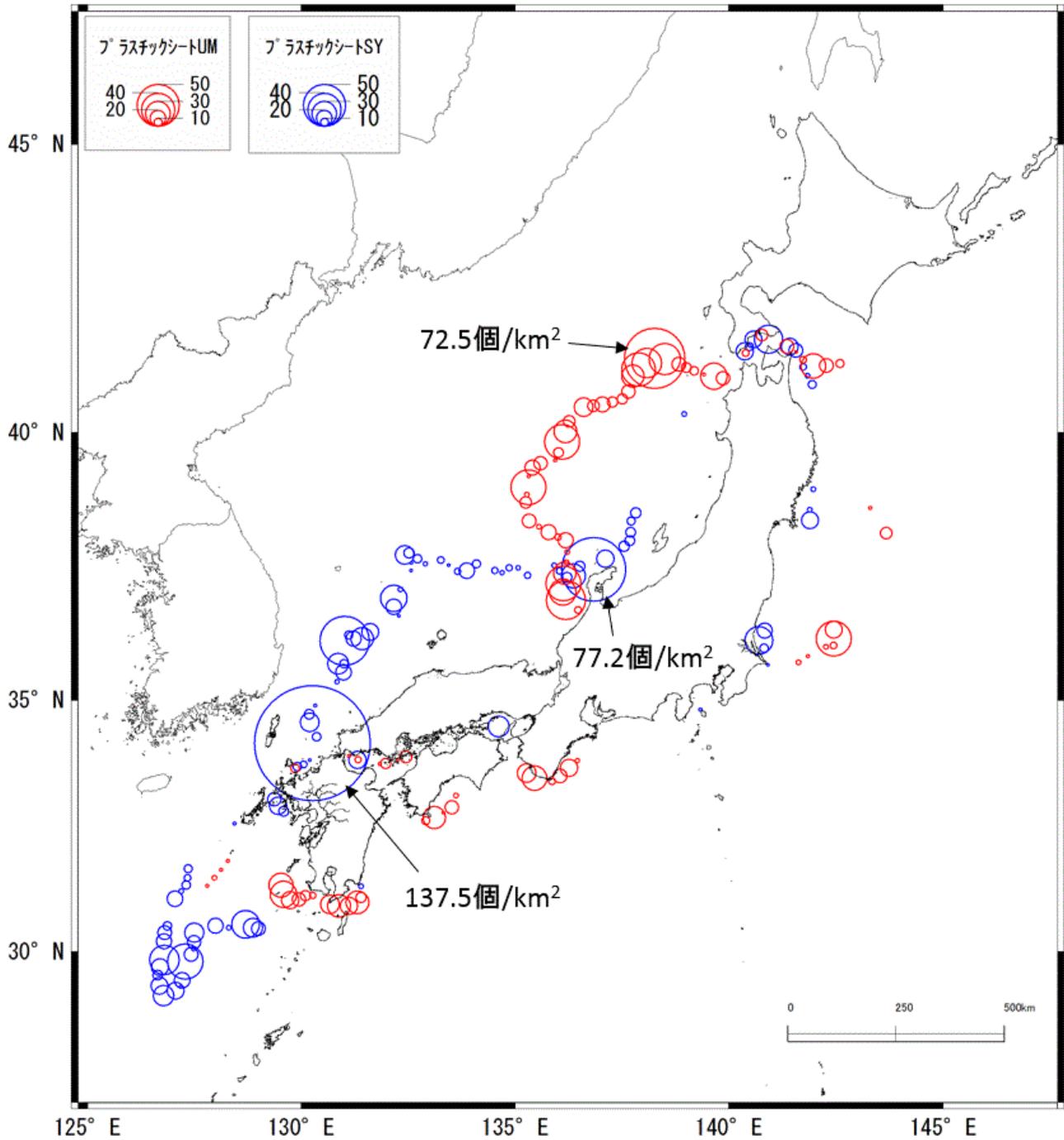


図 II-16. 海区別プラスチックバックなどシート類の分布密度



図II-17. レグ別プラスチックバックなどシート類の密度分布図 (UM: 海鷹丸, SY: 神鷹丸)

漂流ゴミ海区別分布密度 (個/km<sup>2</sup>)

人工系  
ペットボトル

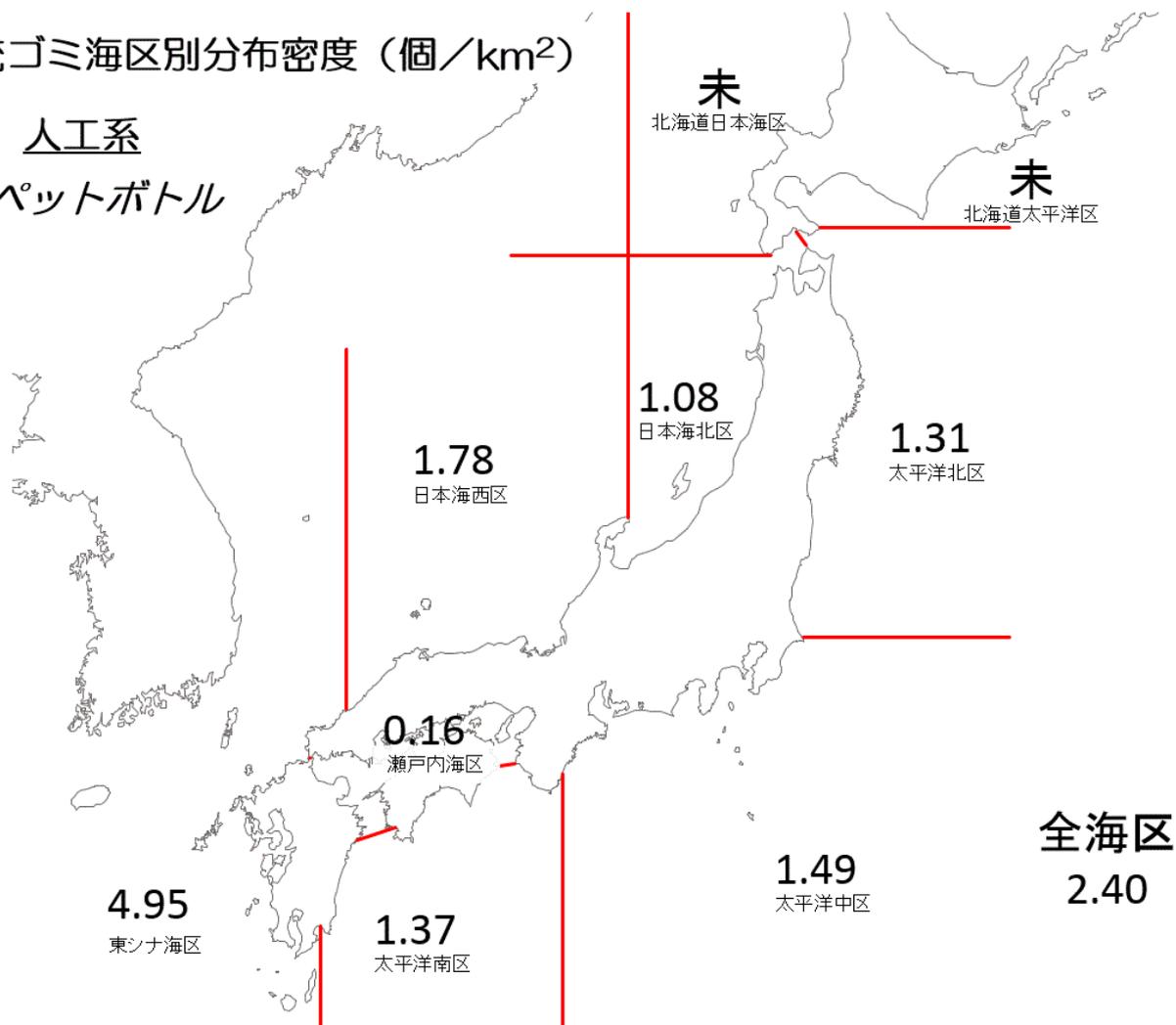


図 II-18. 海区別ペットボトルの分布密度

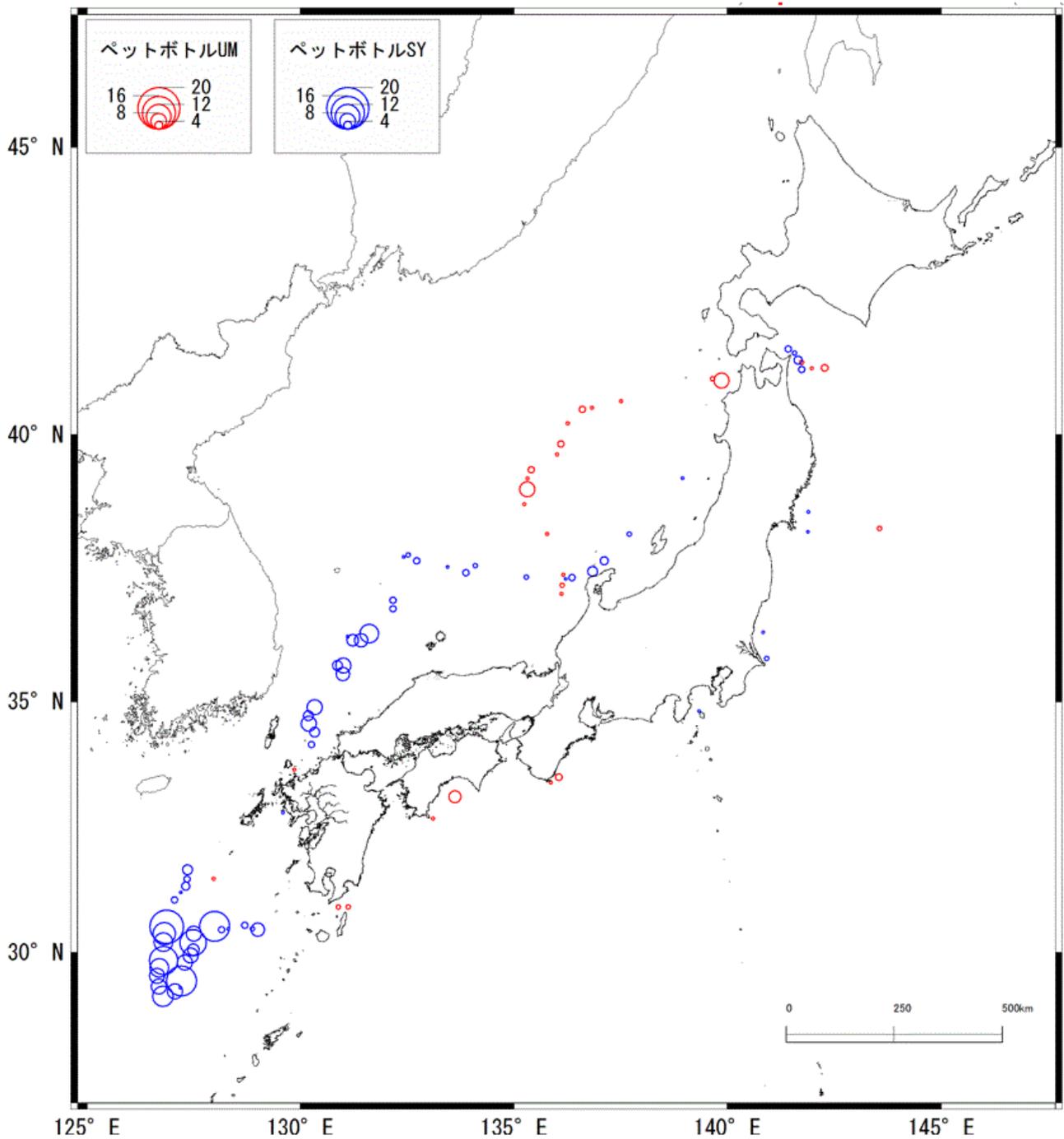


図 II-19. レグ別ペットボトルの密度分布図 (UM : 海鷹丸, SY : 神鷹丸)

漂流ゴミ海区別分布密度 (個/km<sup>2</sup>)

人工系  
プラスチック片

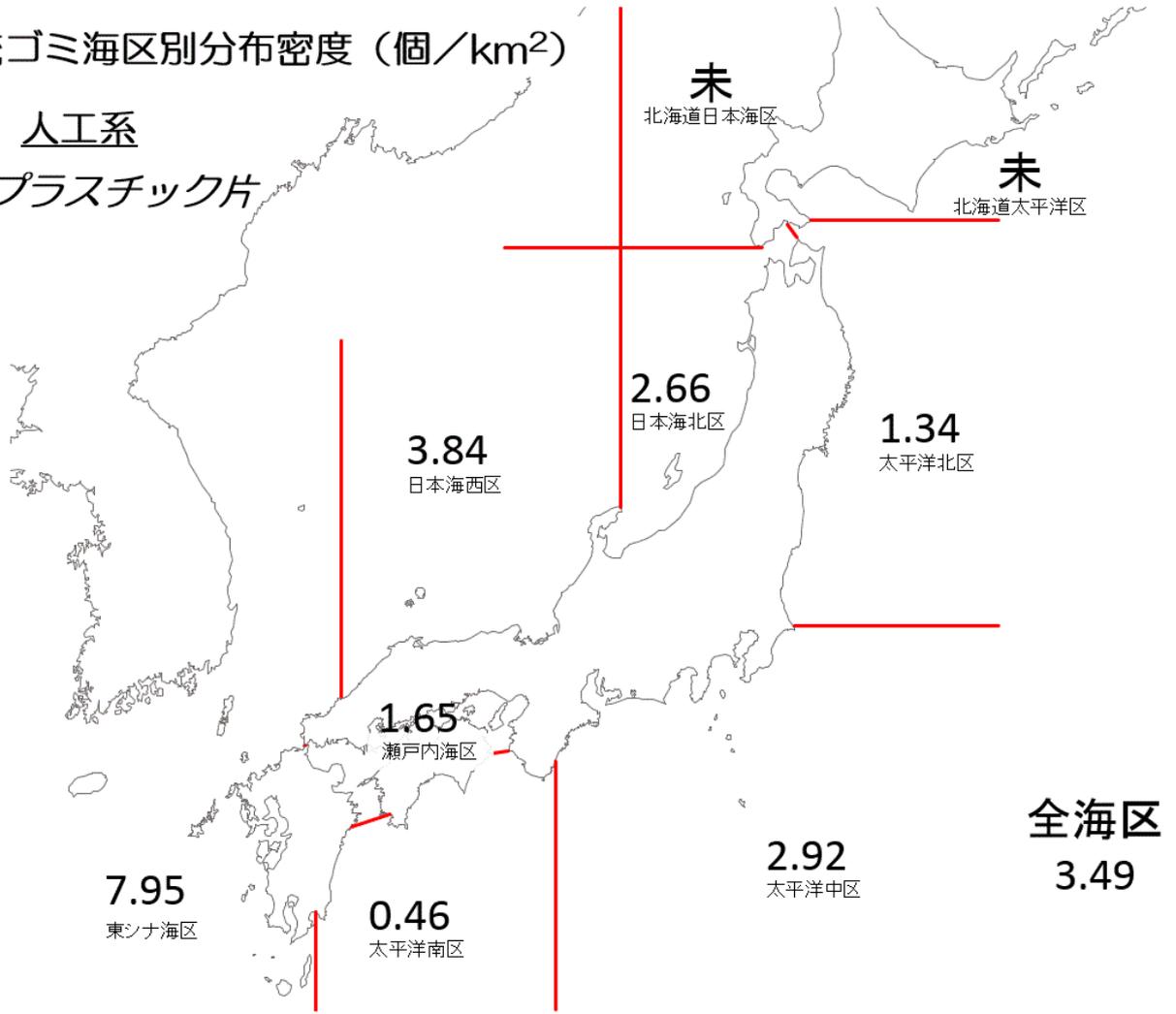
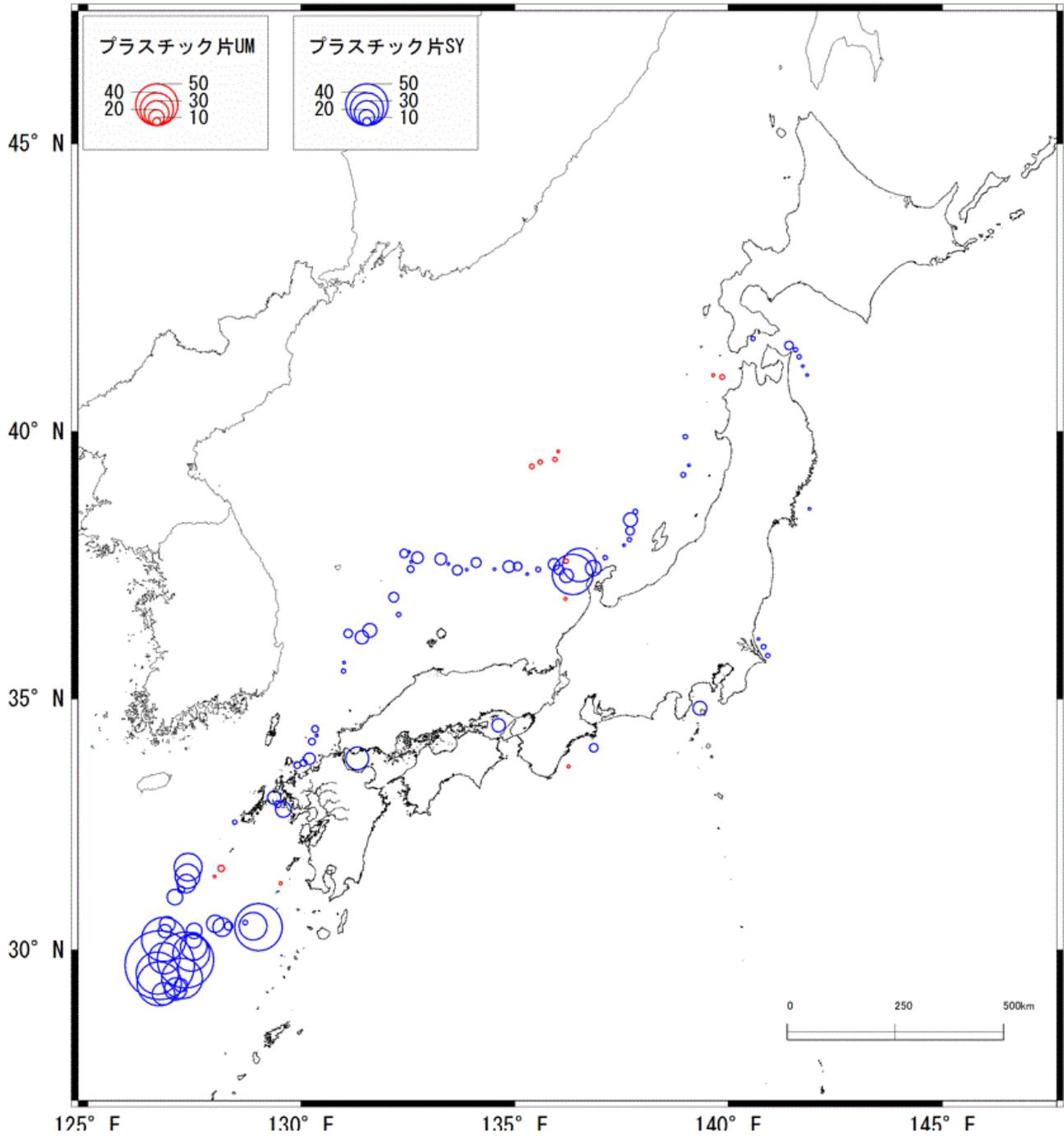


図 II -20. 海区別プラスチック片の分布密度



図II-21. レグ別プラスチック片の密度分布図 (UM : 海鷹丸, SY : 神鷹丸)

漂流ゴミ海区別分布密度 (個/km<sup>2</sup>)

人工系

ガラス製品

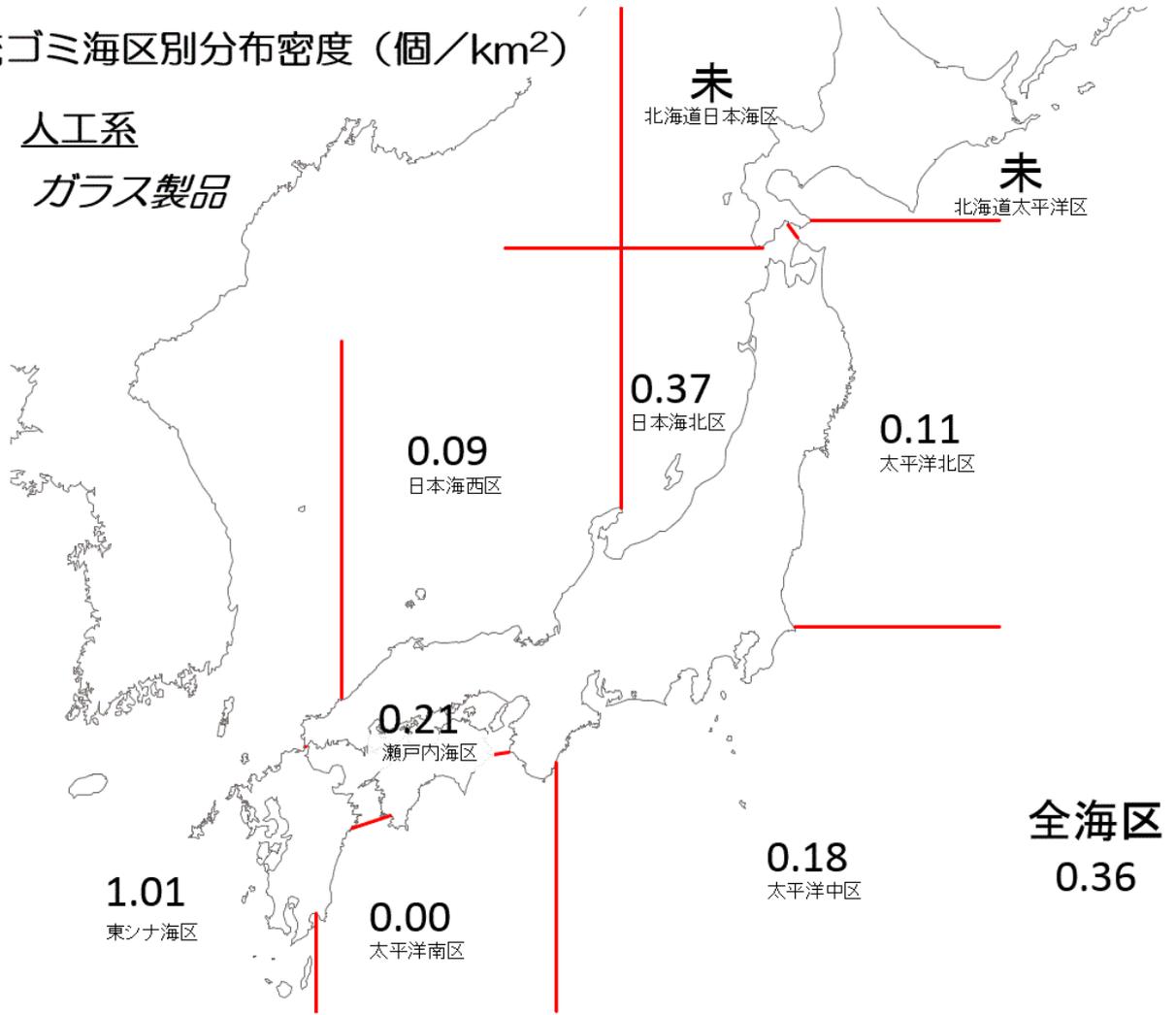


図 II -22. 海区別ガラス製品の分布密度

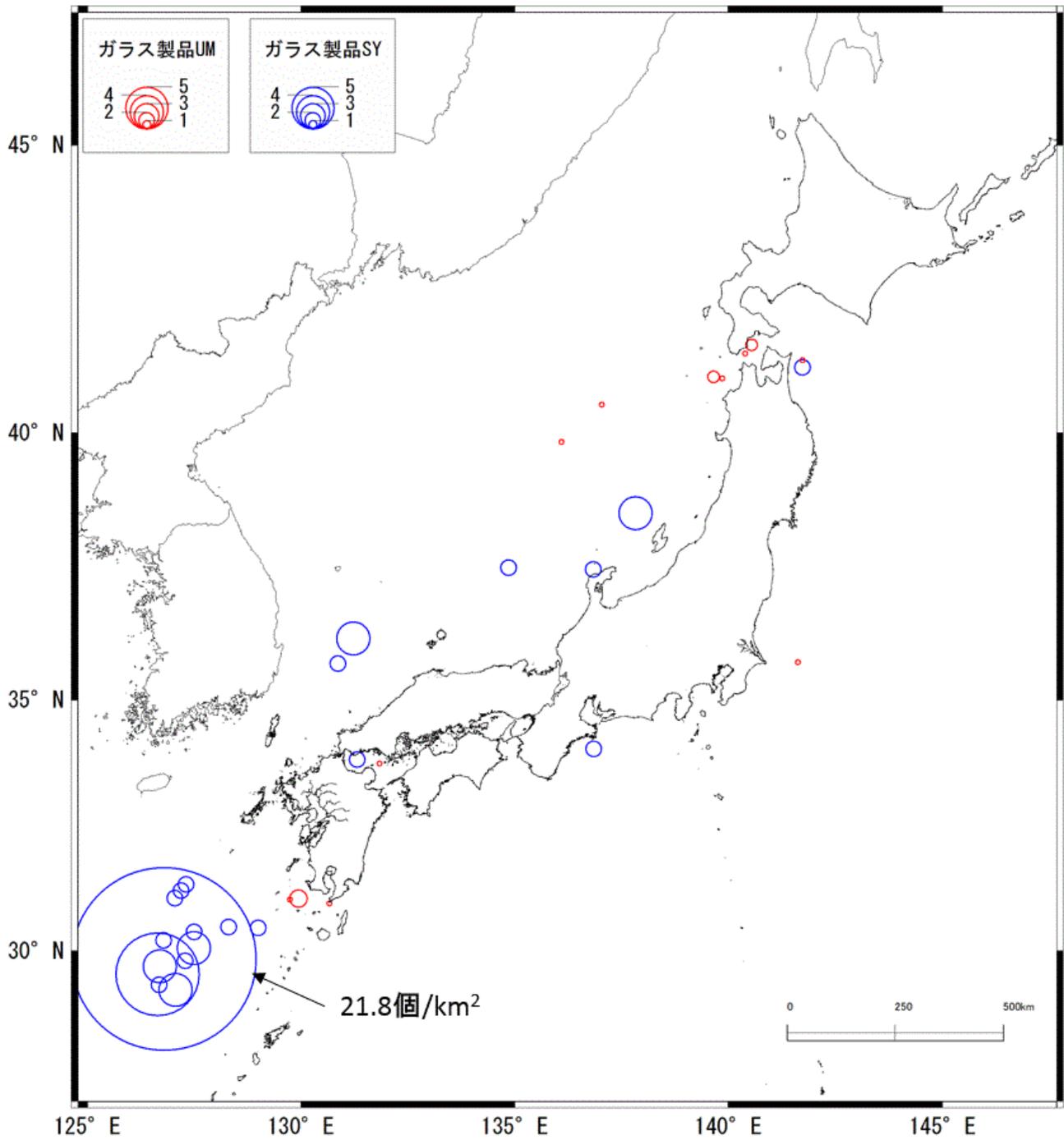


図 II-23. レグ別ガラス製品の密度分布図 (UM : 海鷹丸, SY : 神鷹丸)

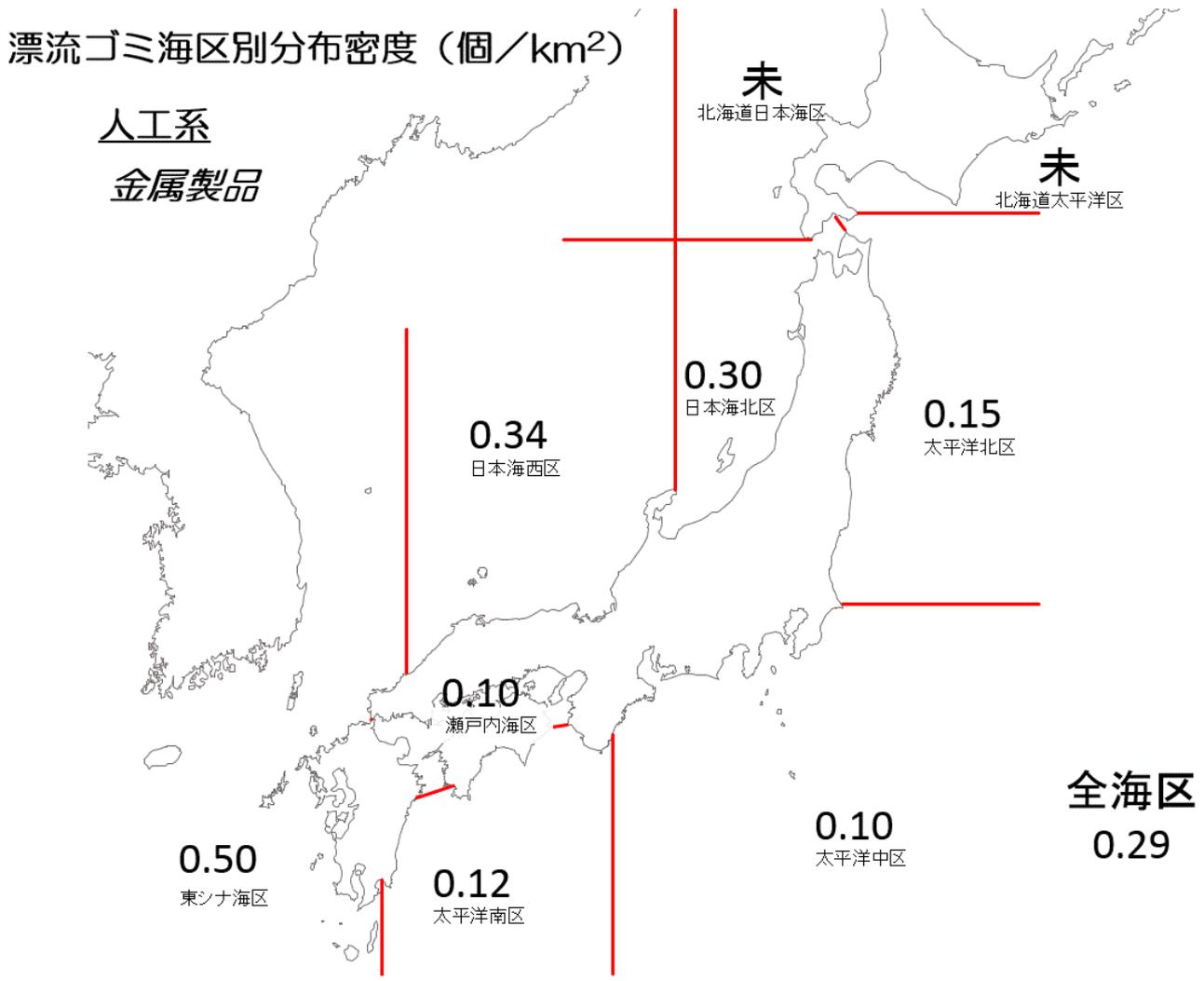


図 II-24. 海区別金属製品の分布密度

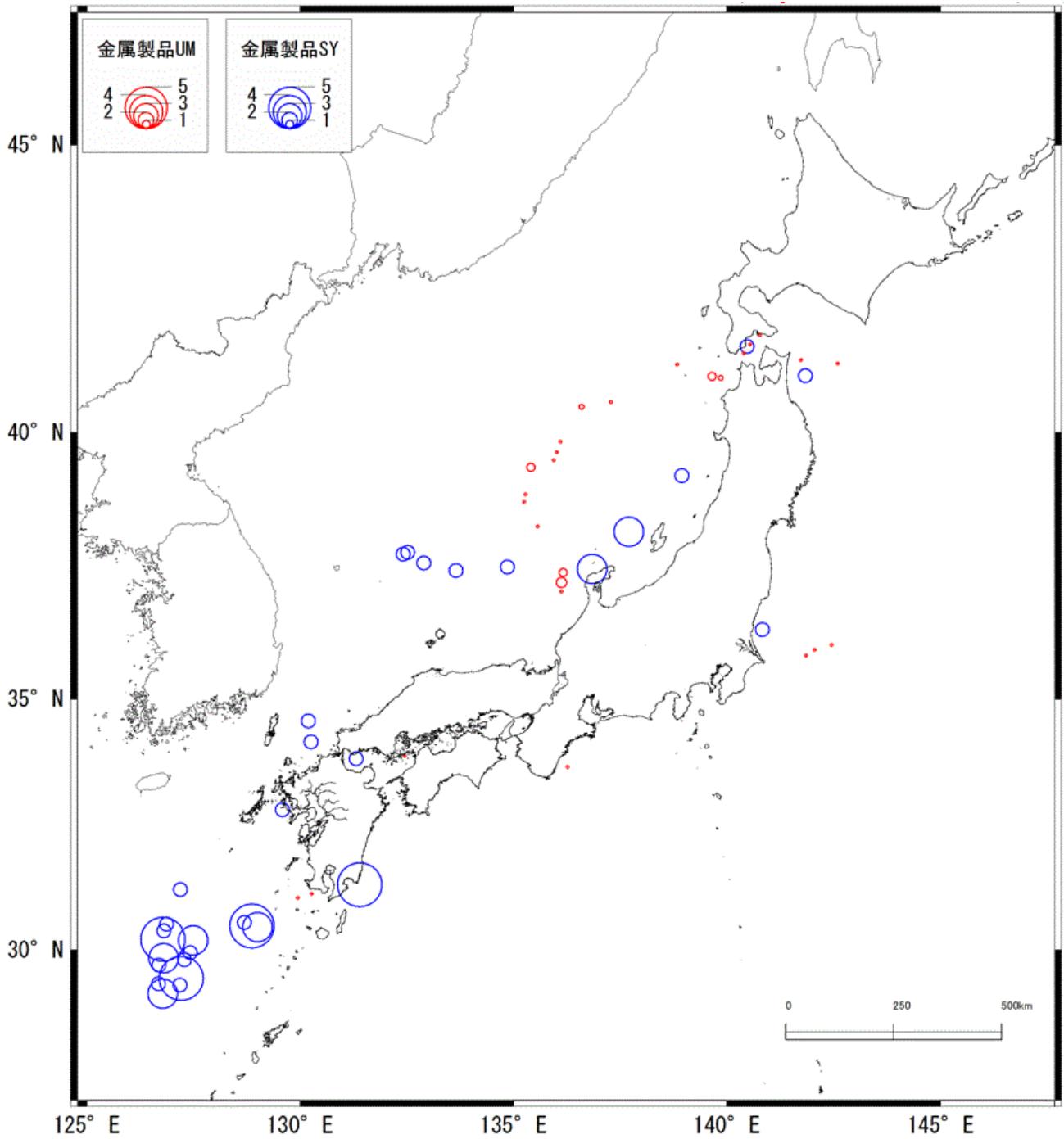
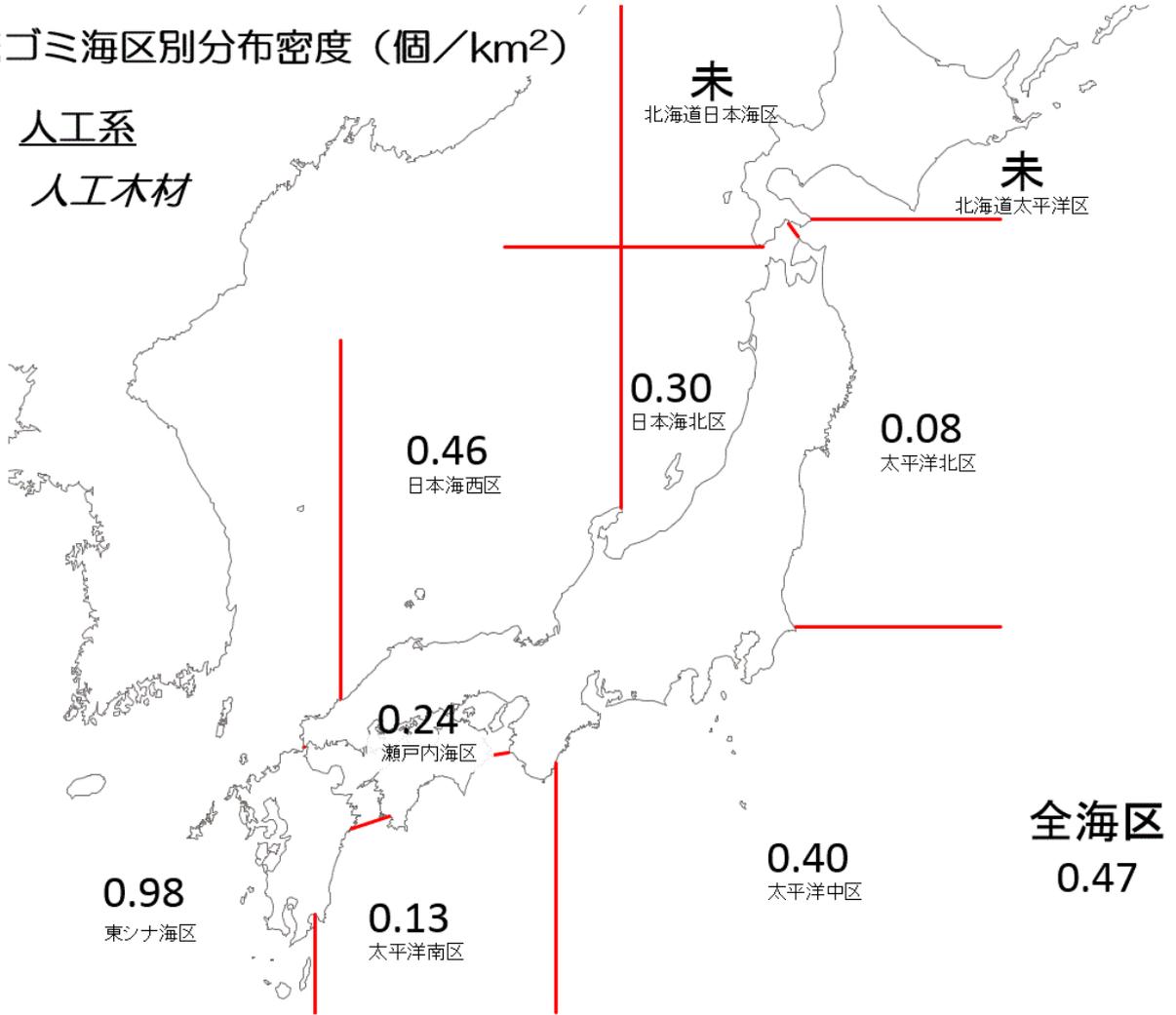


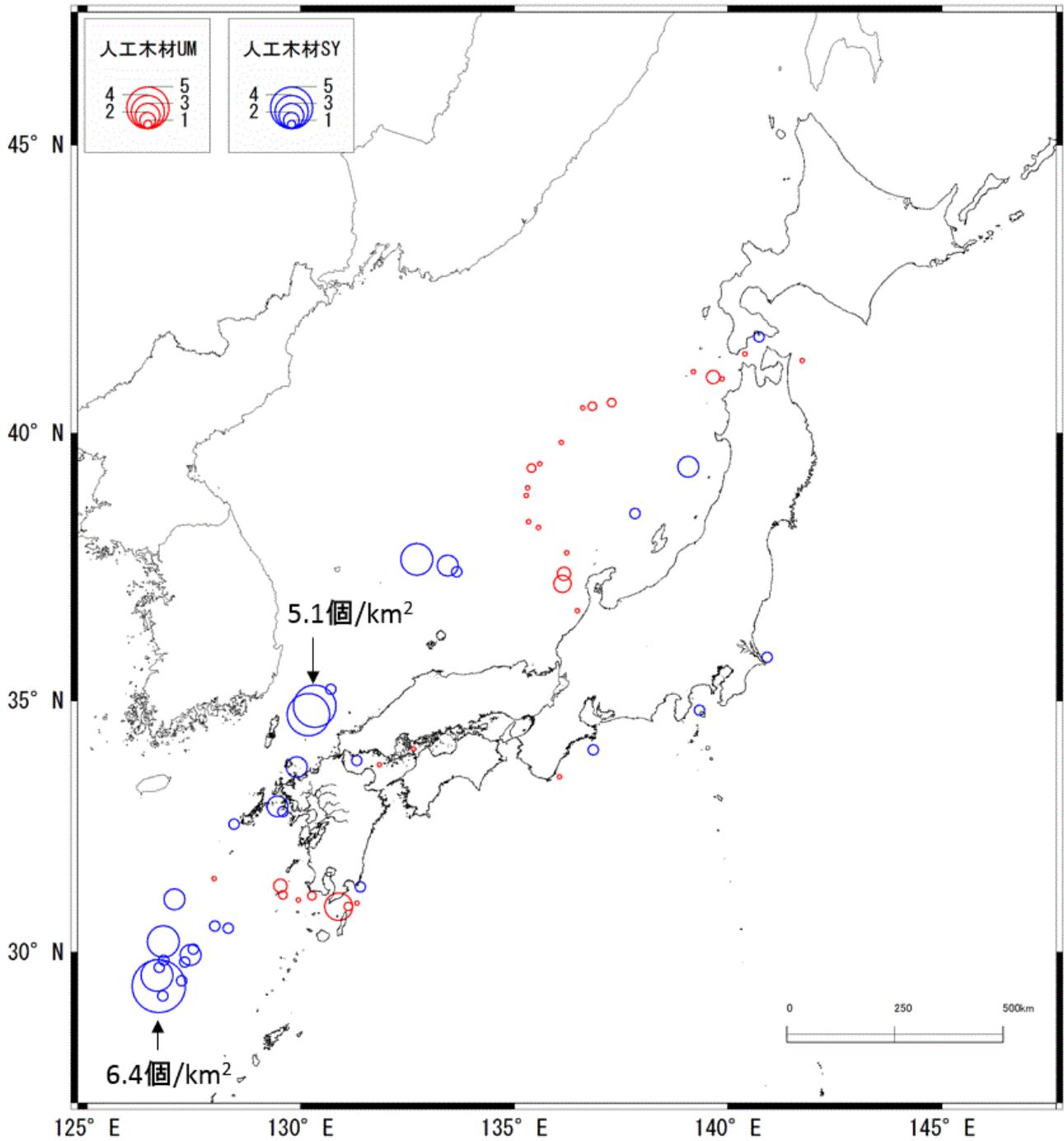
図 II-25. レグ別金属製品の密度分布図 (UM : 海鷹丸, SY : 神鷹丸)

漂流ゴミ海区別分布密度 (個/km<sup>2</sup>)

人工系  
人工木材



II-26. 海区別木材 (人工) の分布密度



II-27. レグ別木材（人工）の密度分布図（UM：海鷹丸，SY：神鷹丸）

漂流ゴミ海区別分布密度 (個/km<sup>2</sup>)

人工系  
その他

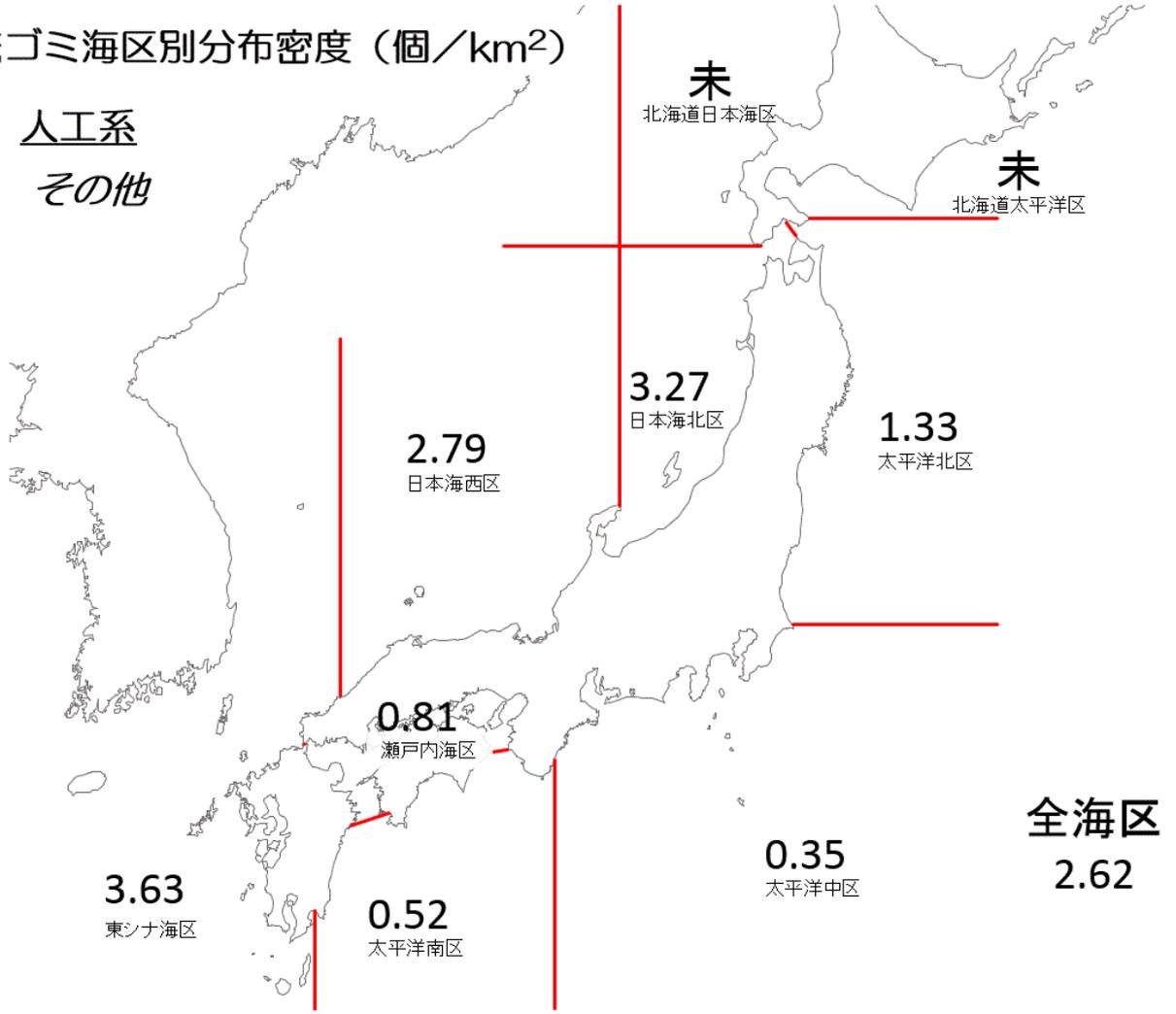


図 II-28. 海区別その他人工系漂流ごみの分布密度

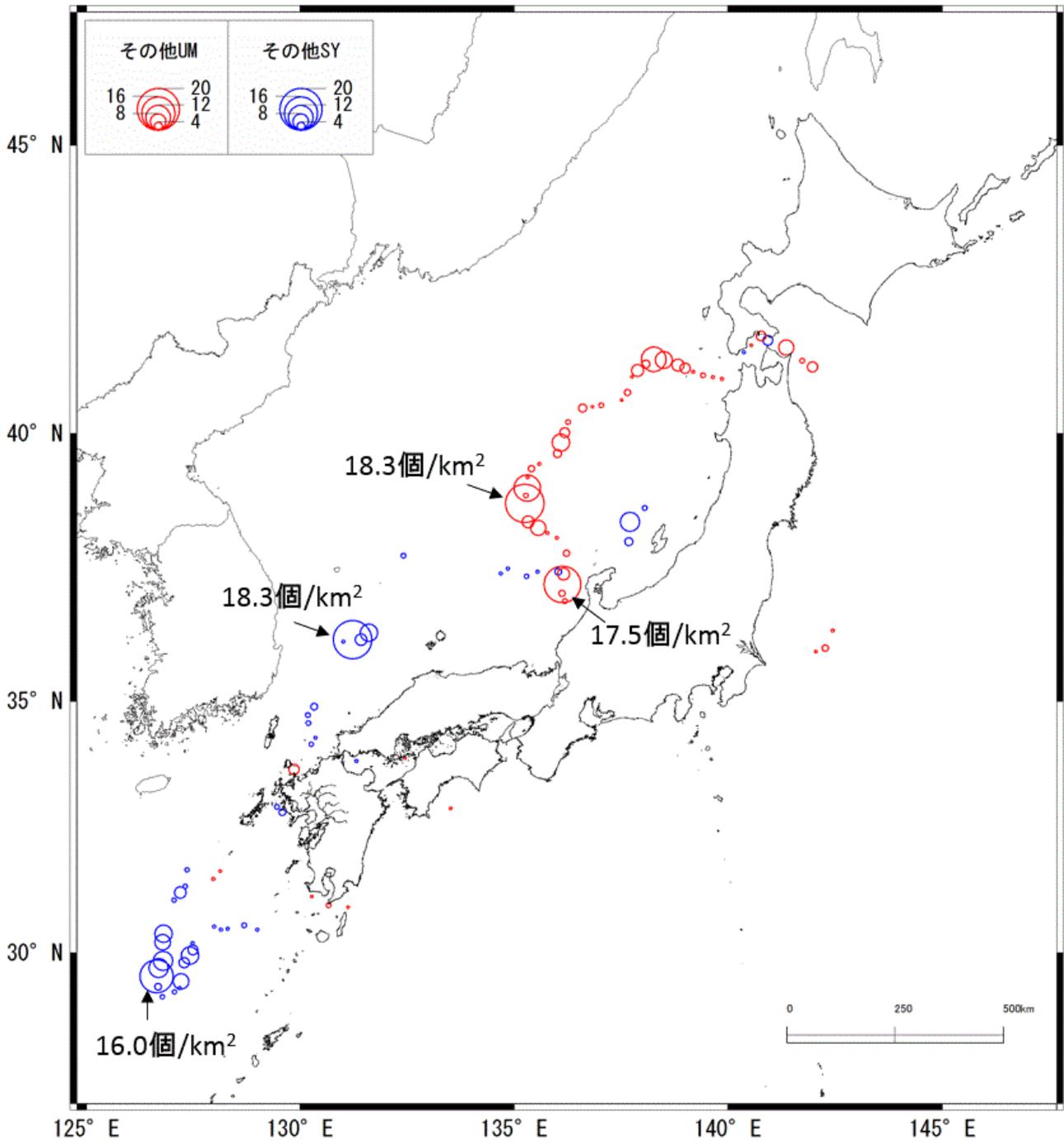


図 II -29. レグ別その他人工系漂流ごみの密度分布図 (UM : 海鷹丸, SY : 神鷹丸)

漂流ゴミ海区別分布密度 (個/km<sup>2</sup>)

天然系  
流れ藻

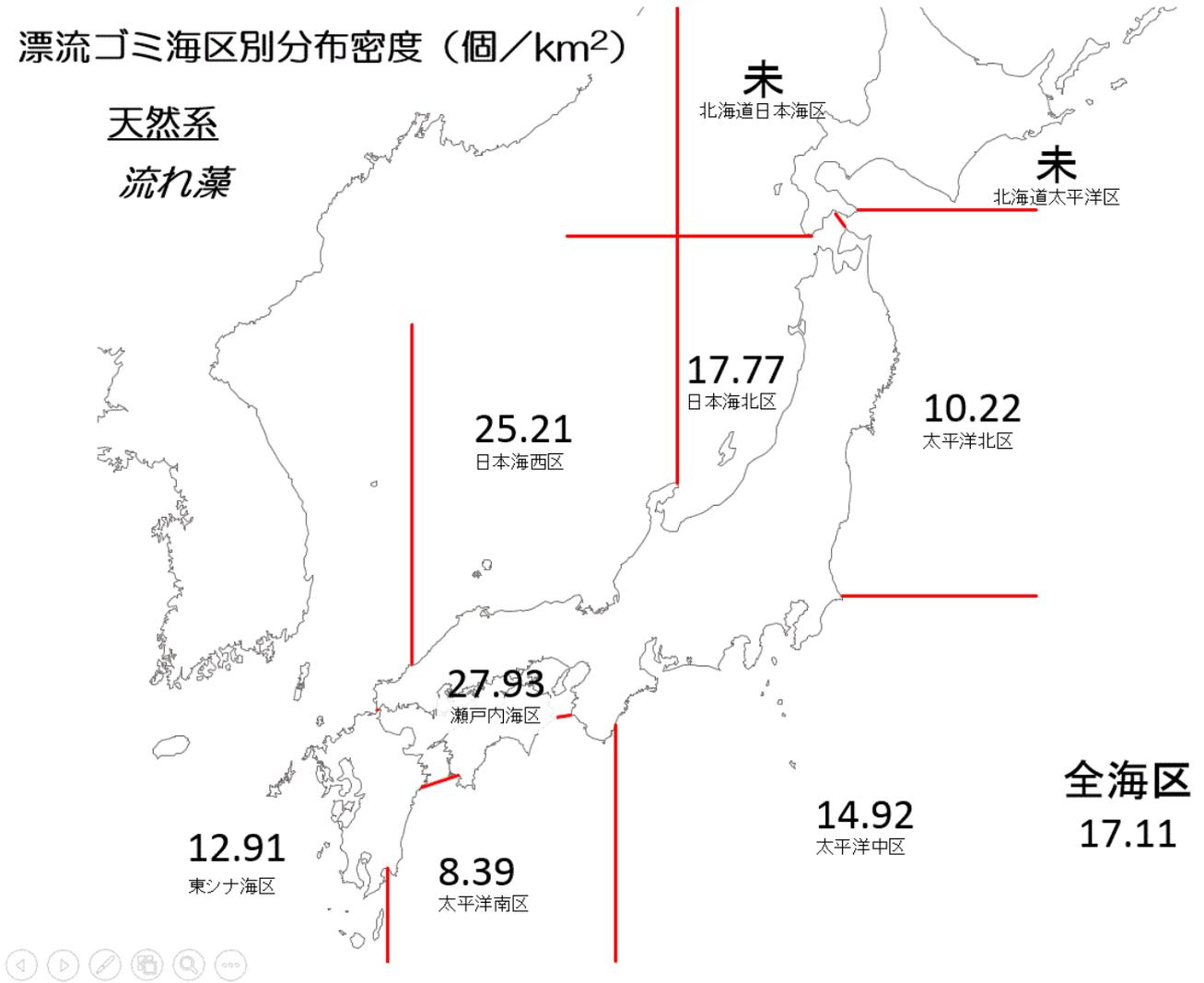
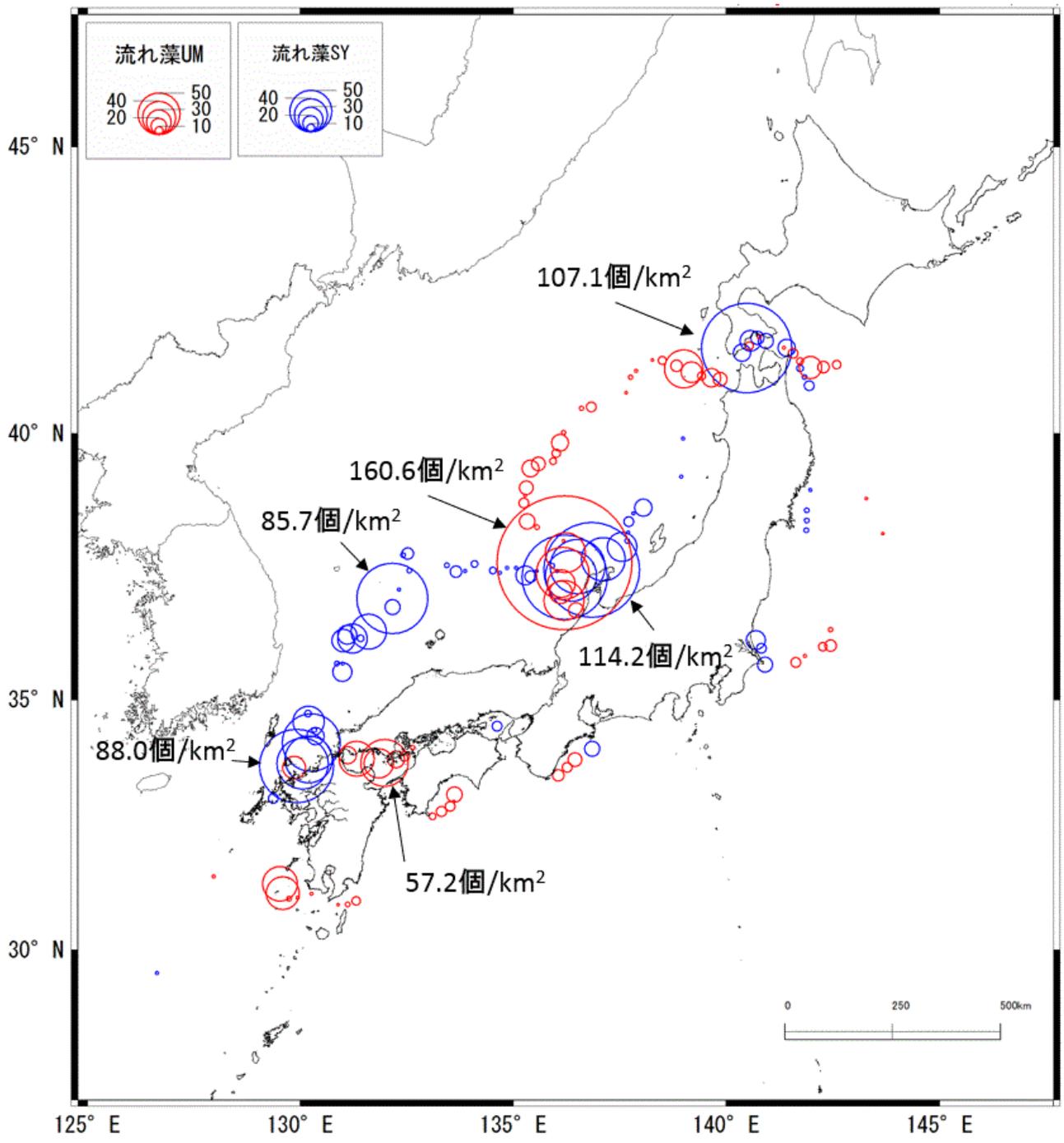


図 II-30. 海区別流れ藻の分布密度



図II-31. レグ別流れ藻の密度分布図 (UM : 海鷹丸, SY : 神鷹丸)

漂流ゴミ海区別分布密度 (個/km<sup>2</sup>)

天然系  
天然流木

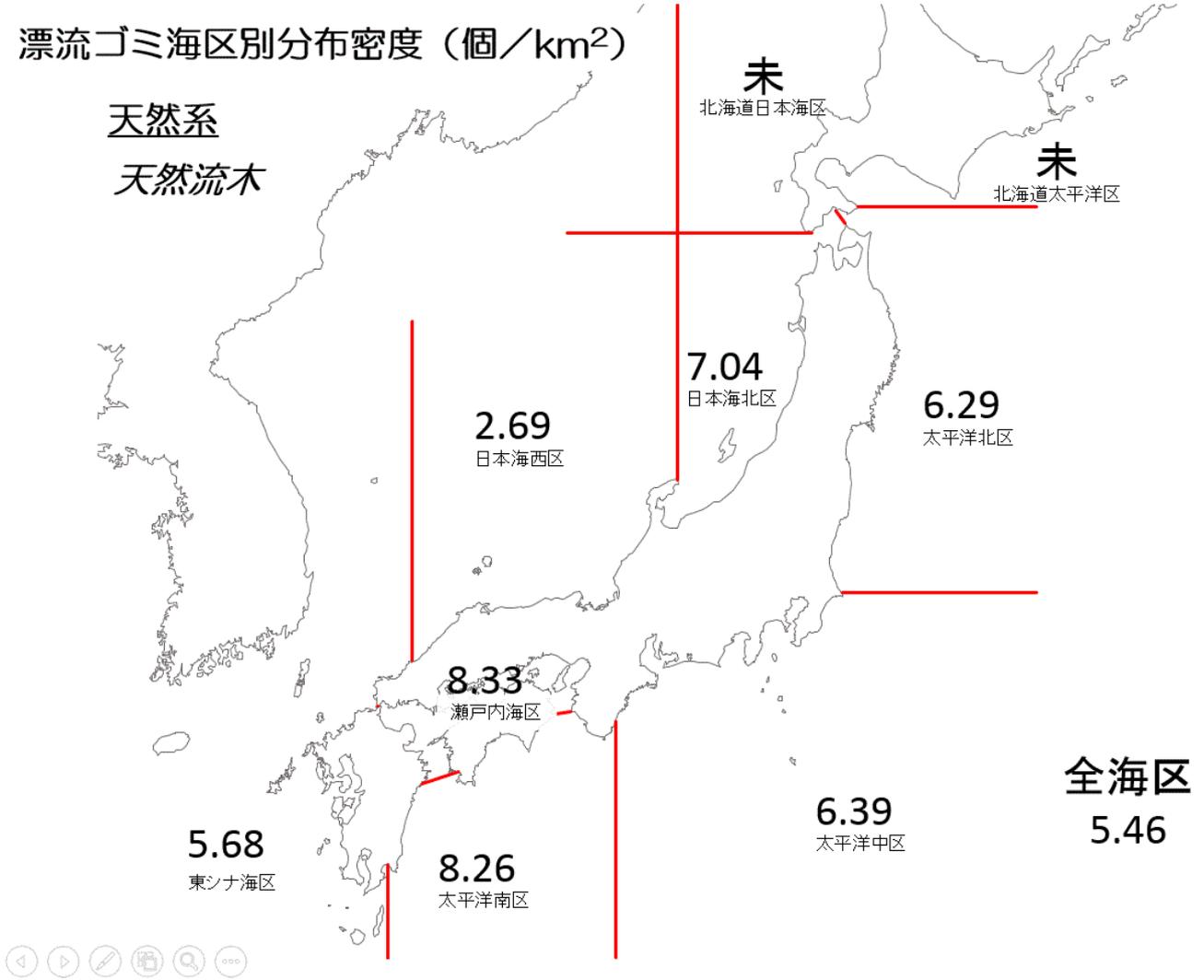


図 II -32. 海区別天然流木の分布密度

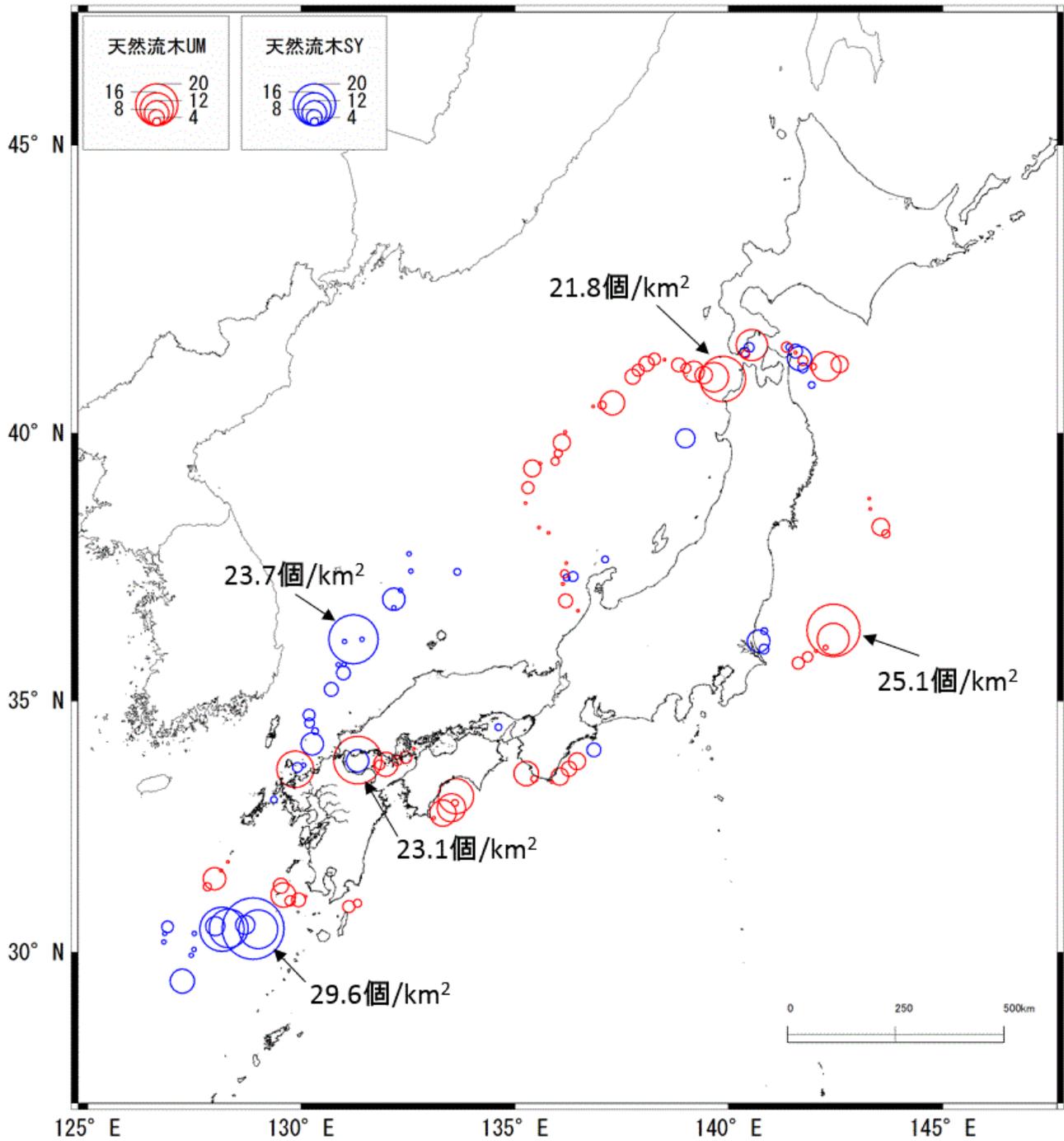


図 II-33. レグ別天然流木の密度分布図 (UM : 海鷹丸, SY : 神鷹丸)

#### 4. 今後の課題について

##### 4-1. 漂流ごみの資源量推定について

今年度は、海鷹丸と神鷹丸による漂流ごみの種類別の発見関数を求めて、調査を行ったレグ（1時間の観測）ごとに、種類別の密度を推定した。この推定した分布密度から、漂流ごみの資源量を種類別に推定するには、種類別に各海域を区分けして、その面積を求める必要がある。漂流ごみの分布が似通った海域の範囲を調べるために、平成26年度に航跡上で綿密に調査を行い、またカバーできる海域を広げるためにジグザグ航走を行ったのではあるが、そうしたジグザグでも十分にカバーしきれた訳ではない。今後は、大まかにでも海流系などを考慮して区分けを行い、漂流ごみの資源量の推定することに取り組むことで早急に全体の漂流ごみの資源量を見積もるべきと考える。また、今後も目視観測の航行範囲を広げて、海域の区分けの情報を蓄積することも推定精度の向上には必要と考えられる。

平成26年度については、主に日本海側について綿密に目視観測を行った。10月における海鷹丸による第43次航海が台風によって大幅に航路を変更したことで、太平洋側での目視観測が不足している。次年度以降の調査では、東京を出航した後すぐに目視観測を始めて、九州沿岸までをカバーした調査を設定したい。

##### 4-2. 漂流ごみの発生源について

今年度の結果からも、漂流ごみの種類によって、高密度に分布する海域が大きく異なった。比較的に漂流において、風や流れの影響を同じように受けるとされる漂流ごみでも分布が異なったことは、その発端起源の違いが考えられる要因であろう。例えば、発泡スチロールは、東シナ海や日本海での分布に比べて、対馬海峡で特異的に多かった。東シナ海から対馬海峡を通過する際に、ある程度は集約された可能性も否定できないものの、九州沿岸と韓国南岸が多島海をなして、養殖が盛んであることを考えると、そうした養殖施設からの流出した可能性が考えられる。ペットボトルやプラスチック片、ガラス製品は東シナ海で多く見られた。ペットボトルやプラスチック片は比較的きれいな状態で漂流していたことから、そう遠くない時期に海に入ったことが予想される。また、ここでのガラス製品とは、多くが中国や韓国で良く好まれる焼酎の瓶であった。また、特に日中の中間水域では、本調査が行われた時点で、多くの中国漁船が操業していた。海洋における漂流ごみの起源のひとつとして、河川からの流入だけでなく、こくした漁船からの投棄についても可能性を検討するべきであり、もし船からの投棄があるとすれば、しっかりとした指導が今後必要となるものと思われる。

##### 4-3. 発見関数と有効探索幅に影響する要因について

予想されたとは言え、船の規模が異なると、発見関数は異なるものとなった。これには、主に両船の規模の違いによって、観測者が立つ舷の高さと視野の取り方が影響したものと思われる。特に、観測者の視線の位置がより高い海鷹丸の方が、すべての漂流ごみ種類で半有効探索幅が大きかった。これは、高い位置からみることで、遠くまで見渡せるといった効果によるものと思われる。こうした距離がどこまで見えるかについては、この有効探索幅を用いることで標準化ができていると考えられる。しかしながら、一方で海鷹丸のように眼高が高いほど海面までの距離があるために、小さな漂流ごみは見落とされた可能性がある。これは直接に推定した密度に影響してくるので、両船で大きさカテゴリ別の組成を比較するなどして、こうした効果の可能性について今後検討する必要がある。

また、いずれの船でも、ごく舷側に近いところでは、発見個数が少ないことがしばしば見られた。これは、遠くまで漂流ごみを見つけようとする、足元には視線がとどかなることがあったことによるものと思われる。こうした舷側にごく近いところでの観測見落としは、船にはあまり近づかない鯨類などの目視観測ではあまり見られない問題として興味深い。こうした船体近くでの発見の過小評価については、エチゼンクラゲでも同様のことが報告され、その解決のためのモデルが提案されている。より単純な方法として、こうした過小評価の可能性のある船体近くのデータを用いない方法（いわゆるデータの切断、left truncation）も含めて、今後その扱いを検討するべきと考えられる。

いくつかの漂流ごみの種類では、大きさや色によって有効探索幅が異なった。一般的には、大きなものは遠くまで発見が可能であった。こうしたことから、漂流ごみの大きさ別に有効探索幅を求めて密度を推定していく、あるいは、漂流ごみの大きさを共変量に組み込んでことが望ましいものと思われる。平成 26 年度の目視観測では、両舷で観測を行うのではなく、波風や海面の反射を考慮して観測環境の良好な片舷だけで観測を実施した。それでも、ジグザグの航路をとったために、波風が強くなって観測に影響を及ぼすことが時折見られた。こうした観測環境もまた発見関数の共変量となりうるものであり、今後こうした分析も取り組むべきと考えられる。こうした観測対象物の大きさや色などの特徴、あるいは観測環境を詳細に取り入れた分析は、鯨類の調査など発見数がある程度限られる場合では検出が難しいと思われる。これに対して、発見数が多数になるこうした漂流ごみの目視観測では、標本数が多数になり十分な検討が可能となると思われる。鯨類の資源量推定のために発達してきた船からのライントラセクト法ではあるが、本事業での漂流ごみで蓄積された共変量は、鯨類や海洋での目視観測の分析への貢献も学術的に意義あるものと思われる。