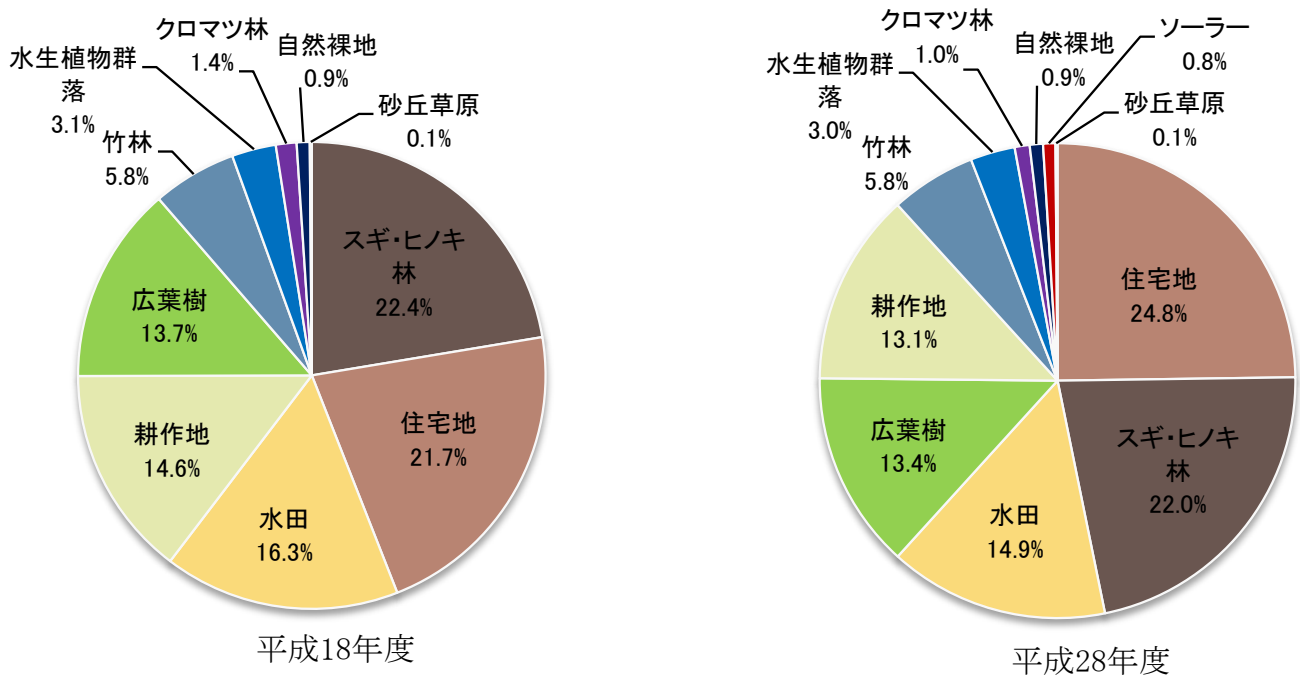


## 2. 宗像市の生態系

### (1) 土地利用の概要と変化

宗像市における各土地利用の概要および平成 18 年度調査時からの変化を把握するため、航空写真に基づく植生データ（第 2 章を参照）を大まかに 10 個の土地区分に整理し（図 10-3、表 10-1）、その面積割合を調べた（実測値ではないので解釈に注意が必要である）。

現在（平成 28 年度）の宗像市の土地利用の面積割合は住宅地（24.8%）が最も高く、次いで、スギ・ヒノキ林（22.0%）、水田（14.9%）、広葉樹（13.4%）、耕作地（13.1%）の順に大きな面積割合を占め、これら面積割合はそれぞれ全体の 10%を超えていた（図 10-3）。平成 18 年度もこの 5 つの利用法が上位を占めていたが、この 10 年間で住宅地の割合が増加する一方、水田と耕作地の割合が減少、スギ・ヒノキ林と広葉樹林の割合がやや減少する傾向が認められた（表 10-1）。また、平成 18 年度の調査時には見られなかった太陽光発電のための大規模なソーラーパネル設置場所（ソーラーファーム）が約 1 km<sup>2</sup>（0.8%）ほど造成された（表 10-1）。



※端数を処理したため、合計値の合わないところがある。  
 ※航空写真からの推定であることに注意が必要。

図 10-3 平成 18、28 年度における宗像市の土地利用状況

表 10-1 平成 18、28 年度における宗像市の土地利用状況 (km<sup>2</sup>)

項目	植生図凡例	平成18年度	平成28年度	変化率 (%)*
住宅地	市街地・人工裸地、緑の多い住宅地	25.9	29.6	114.3
スギ・ヒノキ植林	スギ・ヒノキ植林	26.8	26.4	98.5
水田	水田	19.5	17.9	91.5
広葉樹	照葉樹高木林、照葉樹・夏緑樹高木林、 夏緑樹高木林、照葉樹低木林	16.4	16.1	98.1
耕作地	畑、果樹園、牧場、ゴルフ場、 路傍等の草原	17.5	15.7	89.7
竹林	竹林	7.0	7.0	99.7
水生植物群落	水生植物群落	3.7	3.6	99.3
クロマツ林	クロマツ林	1.7	1.2	70.6
自然裸地	自然裸地	1.1	1.1	100.0
ソーラー	ソーラー	－	1.0	－
砂丘草原	砂丘草原	0.2	0.2	100.0

\*平成18年度の面積を100%としたときの平成28年度の面積を%で表した。

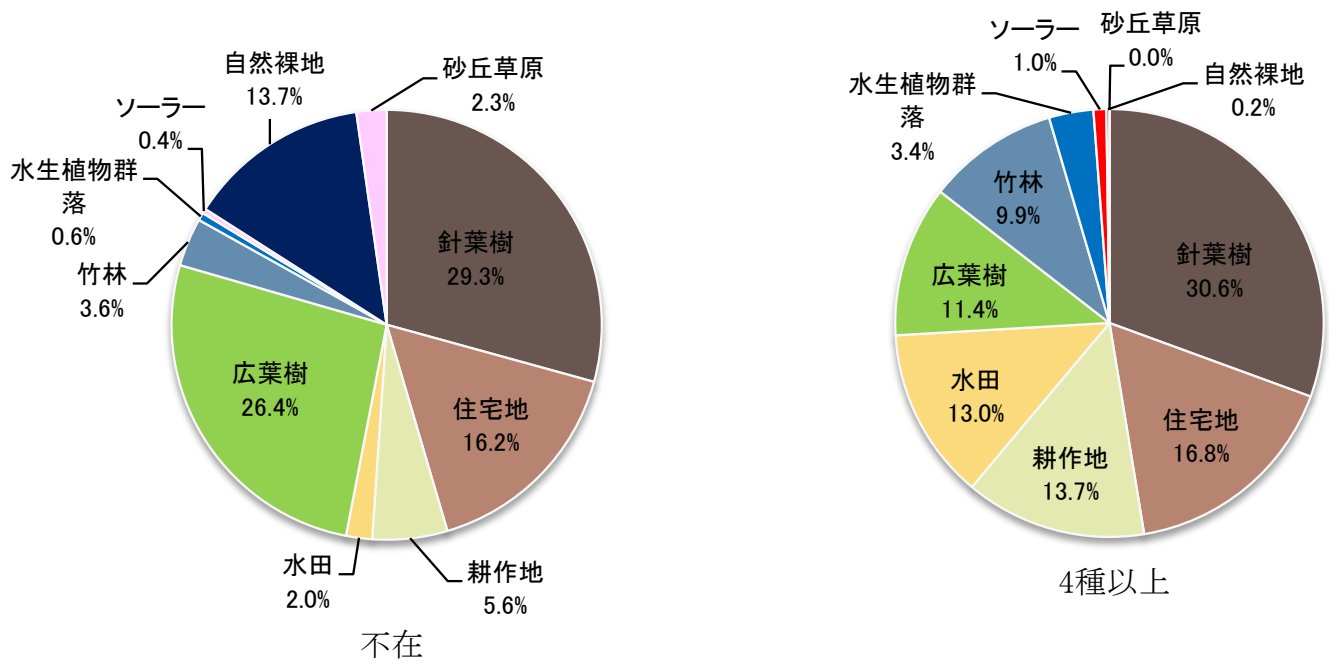
※航空写真からの推定であることに注意が必要。

## (2) 両生類・爬虫類の多様性と土地利用の関係

多様な動物が生息する環境を明らかにするために、宗像市全域で調査が行われた両生類と爬虫類を対象に、それぞれ4種、2種以上が確認されたメッシュと確認されなかったメッシュ内の土地利用状況を調べた(図 10-4、10-5)。ただし、外来種であるウシガエル、クサガメ、ミシシippアカミミガメは本解析から除いた。

両生類が4種以上確認された地域は全く確認されなかった地域に比べて、耕作地や水田の割合が高く、また、これら半自然環境(水田、耕作地、竹林)と森林環境(広葉樹、針葉樹)が同等の面積割合で存在することが分かった。これは両生類が生息するには、幼生期を過ごすのに不可欠な水場と、成体の生息場所になる森林や耕作地が隣接する環境が必要である事実と一致した結果と言える。爬虫類においては、広葉樹の面積割合がその多様性維持に貢献していることが示唆された。

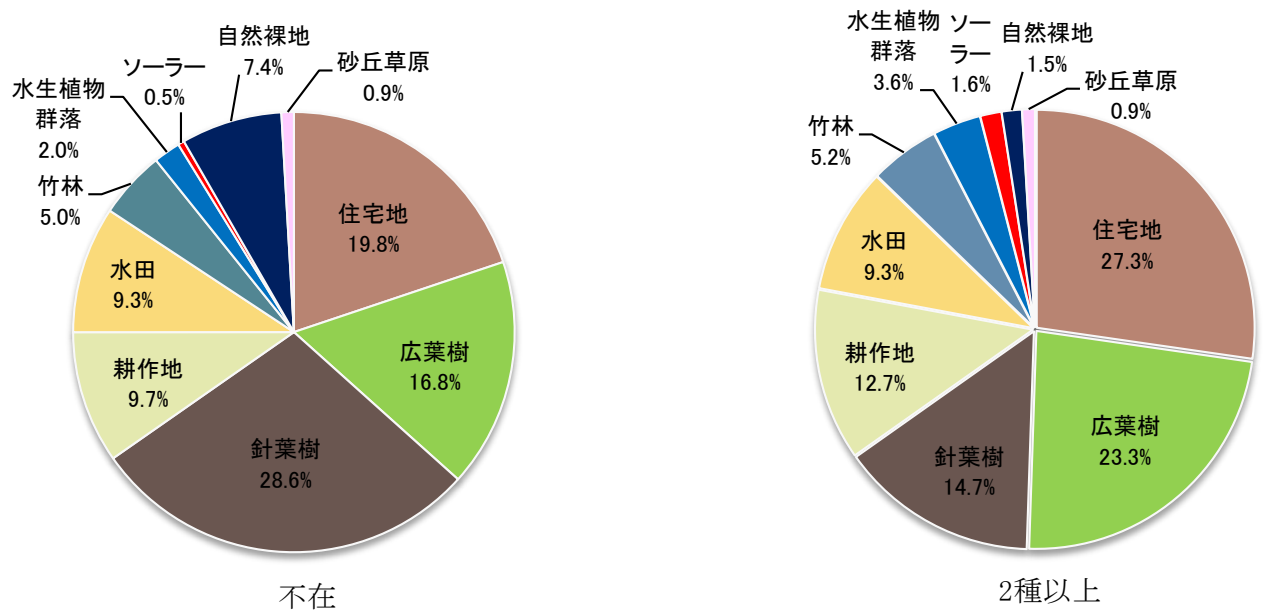
本解析に用いているメッシュサイズの妥当性の検証が必要であるが、この結果は、自然性の高い広葉樹林だけでなく、水田や耕作地などの半自然環境が入り混じった環境もまた多様な生物を維持するには重要であることを示している。



※端数进行处理したため、合計値の合わないところがある

※各メッシュにおける面積割合を算出し、その平均値を円グラフにて記した。土地利用状況は航空写真から作成した植生図に基づく。

図 10-4 両生類が4種以上（外来種は除く）確認されたメッシュ（24メッシュ）と確認されなかったメッシュ（62メッシュ）の土地利用状況



※端数进行处理したため、合計値の合わないところがある。

※各メッシュにおける面積割合を算出し、その平均値を円グラフにて記した。土地利用状況は航空写真から作成した植生図に基づく。

図 10-5 爬虫類が2種以上（外来種は除く）確認されたメッシュ（26メッシュ）と確認されなかったメッシュ（111メッシュ）の土地利用状況

### (3) 鳥類の多様性と土地利用の関係

#### 1) データ

鳥類調査のデータのうち、行動圏が比較的狭くなる春・夏の2季のデータについて、1/2 - 3次メッシュ(3次メッシュを縦横それぞれ2分割した1辺約500mのメッシュ)ごとに種別に出現したかどうか(在・不在)を集計した。集計したデータは405メッシュ、171種、3371レコードであった。データ解析時に特異なデータの影響を低減するため、2種以下しか記録されていないメッシュと2メッシュ以下でしか記録されていない種を除外し、351メッシュ、128種、3275レコードを分析対象のデータとした。

植生図のGISデータを鳥類と同じく1/2-3次メッシュで分割し、各メッシュの植生区分別面積を計算した。海域の面積と他市域の面積は別途算出した。植生区分を表10-2の通り11区分に統合した面積を環境変数として用いた。メッシュに他市域を含まない場合は11区分の合計が約27haになる。

表 10-2 植生区分

植生区分	植生図での植生区分
常緑樹林(EF)	照葉樹高木自然林、照葉樹低木林、照葉樹高木二次林
夏緑樹林(DF)	夏緑樹高木林、照葉樹・夏緑樹高木二次林
スギヒノキ植林(AF)	スギーヒノキ植林
クロマツ林(PF)	クロマツ林
樹園地(OR)	竹林、果樹園、緑の多い住宅地
草地・ゴルフ場(GC)	路傍草原、ゴルフ場、牧場
市街地(UR)	市街地
砂丘植生(DU)	砂丘草原、自然裸地
水田・水生植物(WP)	水田、水生植物群落
畑(VC)	畑
海(S)	—

#### 2) 群集の類別 (TWINSpan)

TWINSpan は生物群集の分類方式の1つで、指標種分析の変形として Hill(1979)によりコンピュータプログラムが提供されている。市販の群集解析プログラムの PC-ORD ver.6 (MjM Software, 2011) を使用して上記 351 メッシュのデータに最少群サイズ 5、分割階層数 6、指標種数 5 として TWINSpan を適用したところ、29 回の分割により 30 の群集に分類された。各分割における指標種を図 10-6 に図示した。

TWINSpan によって 351 メッシュが分類された群集区分ごとに色分けして、図 10-7 の地図上に示した。また、30 の群集区分に区分されたメッシュ数、区分ごとの平均出現種数、主な出現種、出現状況から読み取った各群集区分の環境類型を表 10-3 に示した。

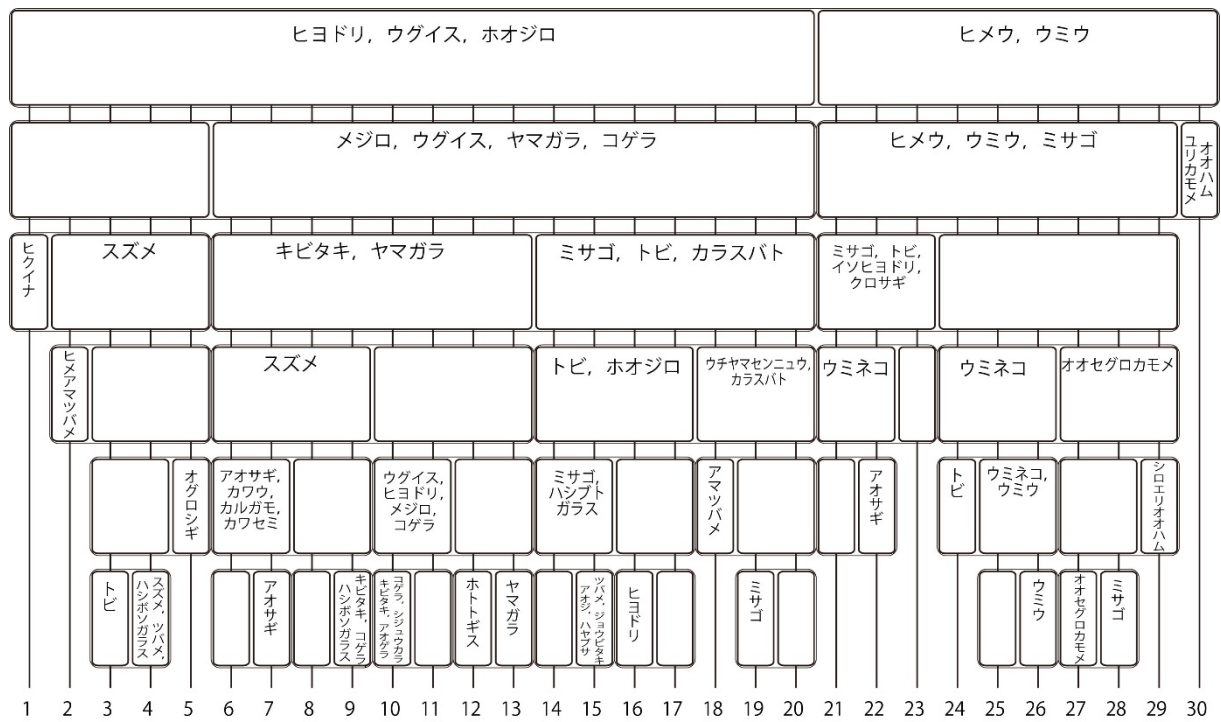


図 10-6 TWINSpan の分割と指標種

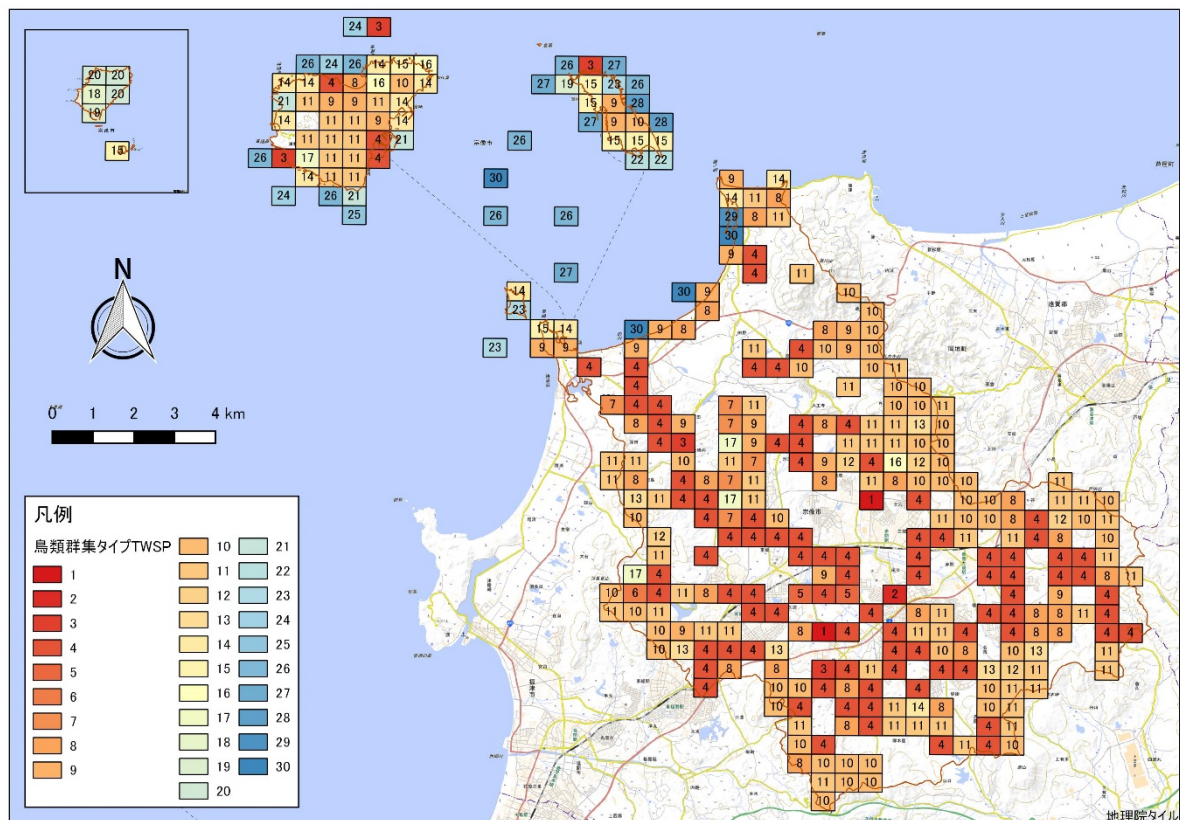


図 10-7 メッシュの群集区分

表 10-3 TWINSpan による群集分類結果

群集 区分 番号	メッシュ (地点) 数	平均 出現 種数	主な出現種	環境類型
1	2	2.5	ヒクイナ	市街地池（出現種数少）
2	1	2.0	ヒメアマツバメ	市街地河川（出現種数少）
3	5	2.4	トビ	港（出現種数少）
4	91	7.0	スズメ、ツバメ、 ハシボソガラス	水田～市街地
5	2	7.5	オグロシギ	水田（陸生シギ）
6	1	4.0	ツバメ、カワセミ	水辺＋樹林（出現種数少）
7	6	19.0	アオサギ、カワウ、カルガモ	池＋樹林（出現種数多）
8	30	10.8	スズメ、ヒヨドリ、ウグイス	里地（出現種数少）
9	21	22.4	スズメ、キビタキ、コゲラ、 ハシブトガラス	里山（出現種数多）
10	49	13.5	コゲラ、シジュウカラ、 キビタキ、アオゲラ	山地樹林（出現種数多）
11	66	6.0	ウグイス、ヒヨドリ、メジロ、 ヤマガラ	山地樹林（出現種数少）
12	5	3.6	ヒヨドリ、ホトトギス	平地樹林（出現種数少）
13	6	2.8	ヒヨドリ、ヤマガラ	丘陵地樹林（出現種数少）
14	13	10.9	トビ、ミサゴ、ハシブトガラス	海岸（出現種数少）
15	8	32.5	ミサゴ、ツバメ、アオジ、 ハヤブサ	島しょ樹林（出現種数多）
16	3	6.7	トビ、ホオジロ、ヒヨドリ	島しょ里地
17	4	3.8	メジロ、ウグイス、トビ	島しょ里山（出現種数少）
18	1	10.0	カラスバト、アカハラダカ、 アマツバメ	沖ノ島山地
19	2	7.5	ミサゴ、カラスバト	磯
20	3	5.0	ウチヤマセンニュウ、ハヤブサ	沖ノ島
21	3	4.7	ミサゴ、ウミネコ	大島沿岸
22	2	14.5	イソヒヨドリ、ウミネコ、 ミサゴ、ウミウ	地島沿岸
23	3	6.0	クロサギ、トビ	沿岸崖地
24	3	2.3	ヒメウ	大島沖
25	1	3.0	ウミネコ、ヒメウ	大島
26	9	2.7	ヒメウ、ウミウ	磯～外海
27	4	3.8	オオハム、ヒメウ、ウミウ	地島沖
28	2	3.0	ミサゴ、ウミウ	地島
29	1	2.0	ウミウ、シロエリオオハム	防波堤
30	4	2.8	オオハム	浜～外海



### 3) 判別分析 (LDA)

鳥類のデータが十分無いメッシュにどのような鳥類群集が出現するか、植生データを用いて判別分析により予測する。TWINSpanを行った351メッシュの分類結果(1~30)と各メッシュの植生区分別面積を教師データとして判別関数をつくり、その関数によって植生区分別面積データだけを用いて群集区分を予測する。解析にはRのlda()及びpredict()関数を用いた。

宗像市全域の601メッシュについて判別分析による鳥類群集分布予測図を図10-8に示す。TWINSpanの30区分のうち22区分が予測で出現し、8区分は出現しなかった。TWINSpanを行った351メッシュのうち、判別分析による予測と分類結果が一致していたのは156メッシュ(44%)であった。植生面積データが不足している他市町との境界部で誤判別が増えるなどしており予測精度は高くはないが、出現種数が少ない市街地(2、3)、スズメやハシボソガラスが出現する水田~市街地(4)、ヒヨドリやツバメとアオサギ、カルガモが出現する池+樹林(6、7)(ゴルフ場を含む)、メジロ、ウグイスなどが出現する里地里山(8、9)、キビタキ、シジュウカラなど出現種数が多い山地樹林(10)、ウグイス、ヤマガラなど出現種数の少ない山地樹林(11)、ホトトギスなどが出現するが出現種数が少ない平地~丘陵地樹林(12)、トビ、ミサゴ、ハシブトガラスが出現する海岸部(14)、ミサゴやハヤブサなど出現種数が多い島しょ部(15)、トビ、メジロ、ヒヨドリが出現する島しょ樹林地(16)、カラスバトやウチヤマセンニュウが出現する沖ノ島(18、19、20)、ミサゴ、ウミネコが出現する島しょ沿岸部(21、22、23)、ヒメウ、ウミウが出現する磯、防波堤~外海(26、29、30)が区分され、メッシュの植生環境と鳥類群集区分が対応していることが読み取れる。

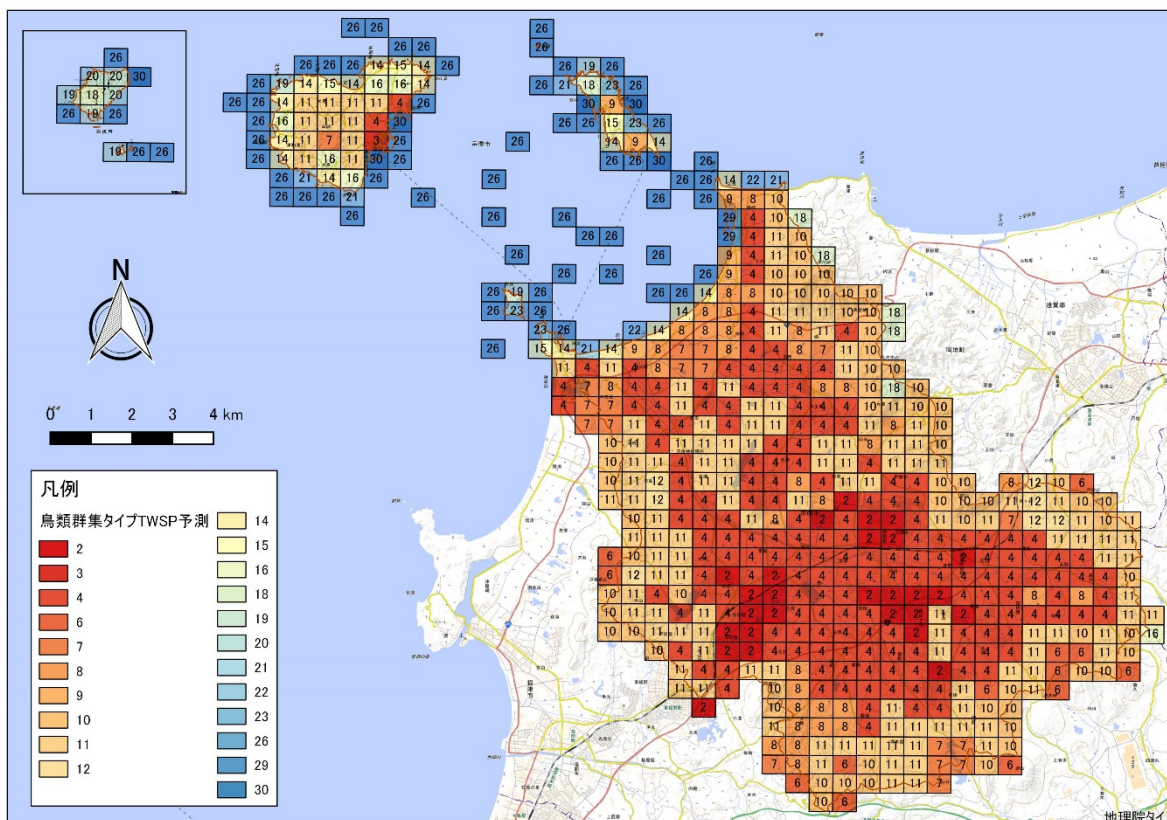


図10-8 植生面積に基づく鳥類群集区分(判別分析による予測)

#### 4) 主座標分析 (PCoA)

主座標分析は多次元尺度法の一つで、群集間の非類似度（距離）に基づいて2次元平面上に群集を配置する方法である。PC-ORDで主座標分析を行い、TWINSPLANによる群集区分別に色分けして図10-9に表示した。さらに、群集をこのように配置した際の環境変数（植生区分別面積）との相関が $R^2 > 0.1$ であるものを中心からのベクトルで表示した。

下方向に水田・水生植物(WP)と畑(VC)が、左方向にスギヒノキ植林(AF)が、右上方向に海域(S)が相関している。すなわち、鳥類群集4～9は鳥類群集10～20に比べて水田が多い環境に出現しており、鳥類群集7～11は他の群集に比べてスギヒノキ植林が多い環境に出現し、鳥類群集21～30は海域の面積が多い環境に出現することがこの図から読み取れる。

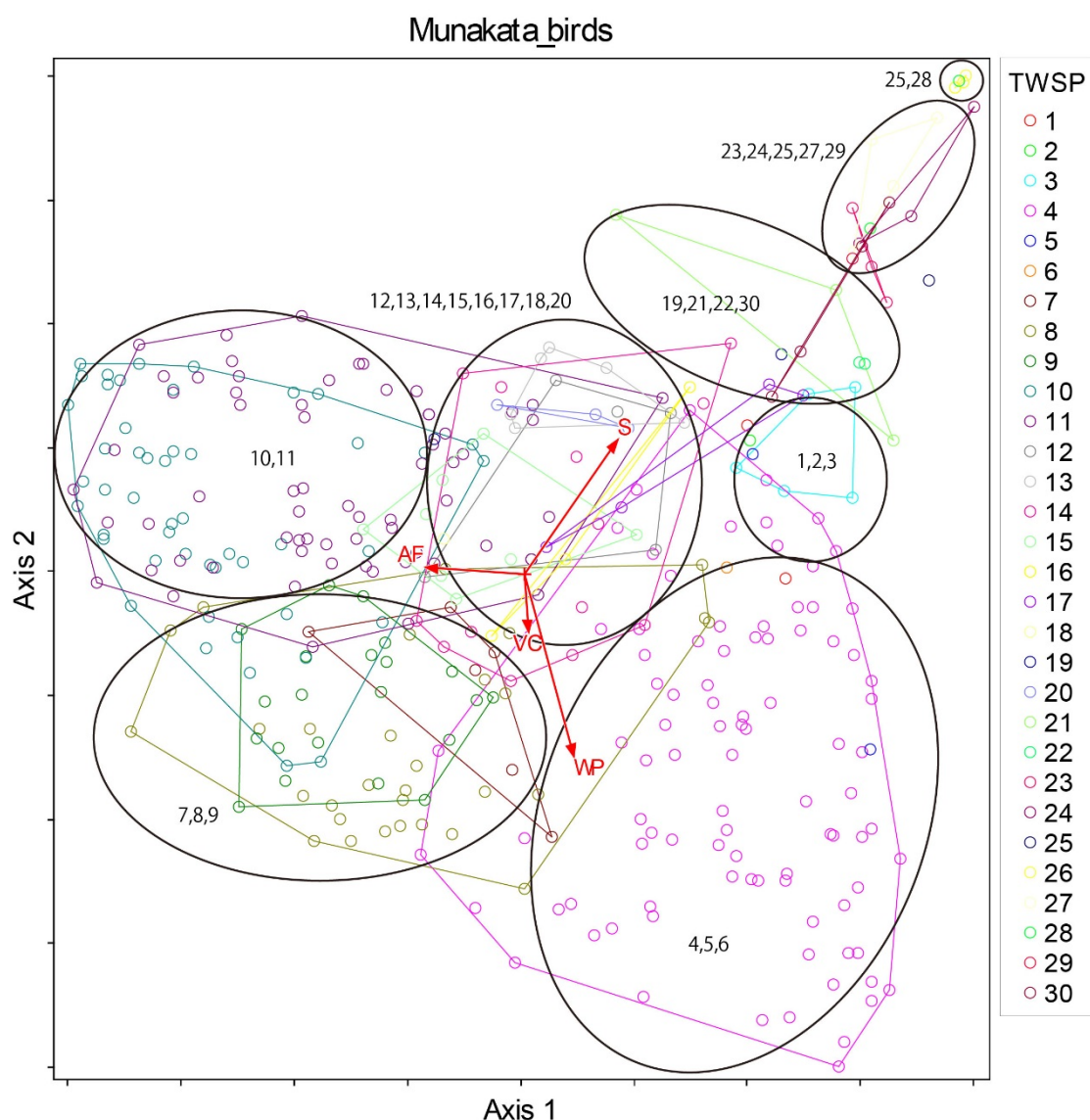


図 10-9 主座標分析による 351 メッシュの配置



## 5) 考察

宗像市全域の生態系を概観するため、市内各地の確認情報が蓄積されている鳥類について群集区分を行い、市全域をカバーする植生図をベースに鳥類群集を予測する解析を行った。鳥類群集区分を単純に生態系評価（良い悪い）に置き換えることは難しいが、同じような環境に成立する群集であれば、出現種数が1つの指標となると考えられる。例えば市街地～水田環境では群集2よりも群集4、里地里山では群集8よりも群集9、山地樹林では群集11よりも群集10の方が豊かな生態系であると考えられる。

一方で環境が変化する場合、例えば樹林が切り開かれて住宅地やソーラーパネルが建設される場合には、群集11から群集8や群集4への変化が予想される。この場合、群集の出現種数の平均値で見ると増加しているが、環境が変化しメジロやヤマガラが姿を消してスズメ、ツバメ、ハシボソガラスなど市街地に適応した鳥類が増加する変化が生態系を豊かにするとは考えにくい。

また、今回の解析はメッシュ単位で行っているため、メッシュの中で複数の異なる環境が分布している場合は出現種数が多くなる。特に、ため池を含むメッシュや沿海部のメッシュなど水鳥が多く出現するメッシュでは出現種が多くなっていた。

最後に、群集解析を行う前の鳥類調査データから、各メッシュでの出現種数を図10-10に示した。今回は調査努力量がメッシュによって異なっており、メッシュの出現種数には調査努力量の影響も大きい。また、図10-11～10-14に示すように、注目種の確認メッシュを図示すると宗像市内での分布域が把握しやすいが、未調査メッシュに注目種が生息している可能性を評価するのは難しい。今回は、鳥類群集解析を行うことによって、全種の分布予測に相当する結果を得ることができた。

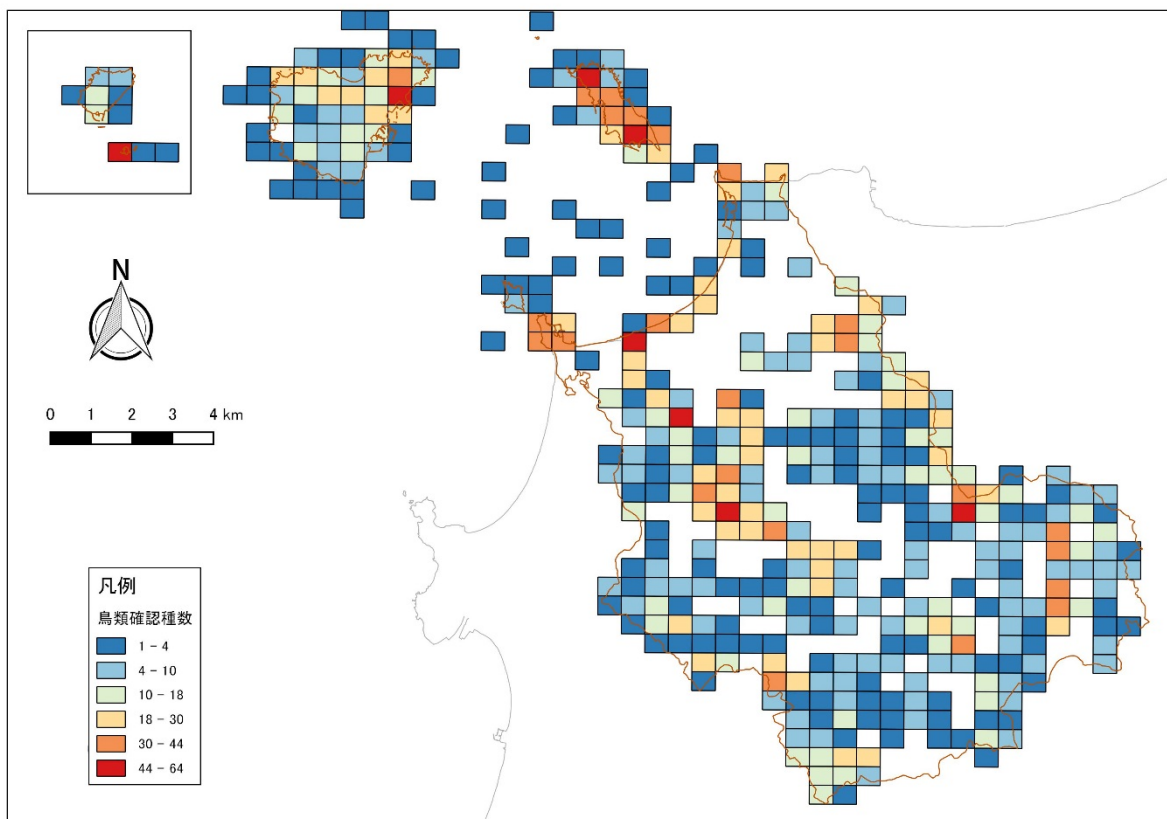


図 10-10 鳥類調査での出現種数（4 季）

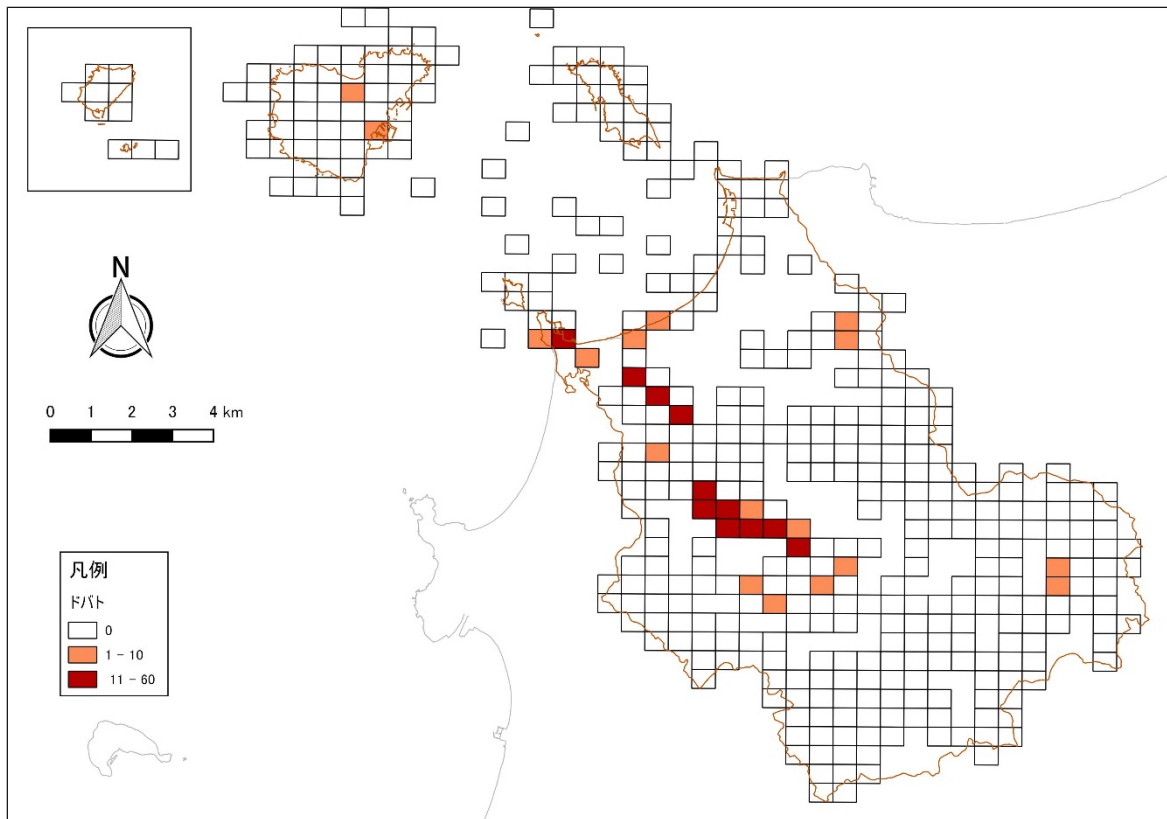


図 10-11 平地に生息する外来種ドバトの確認メッシュ

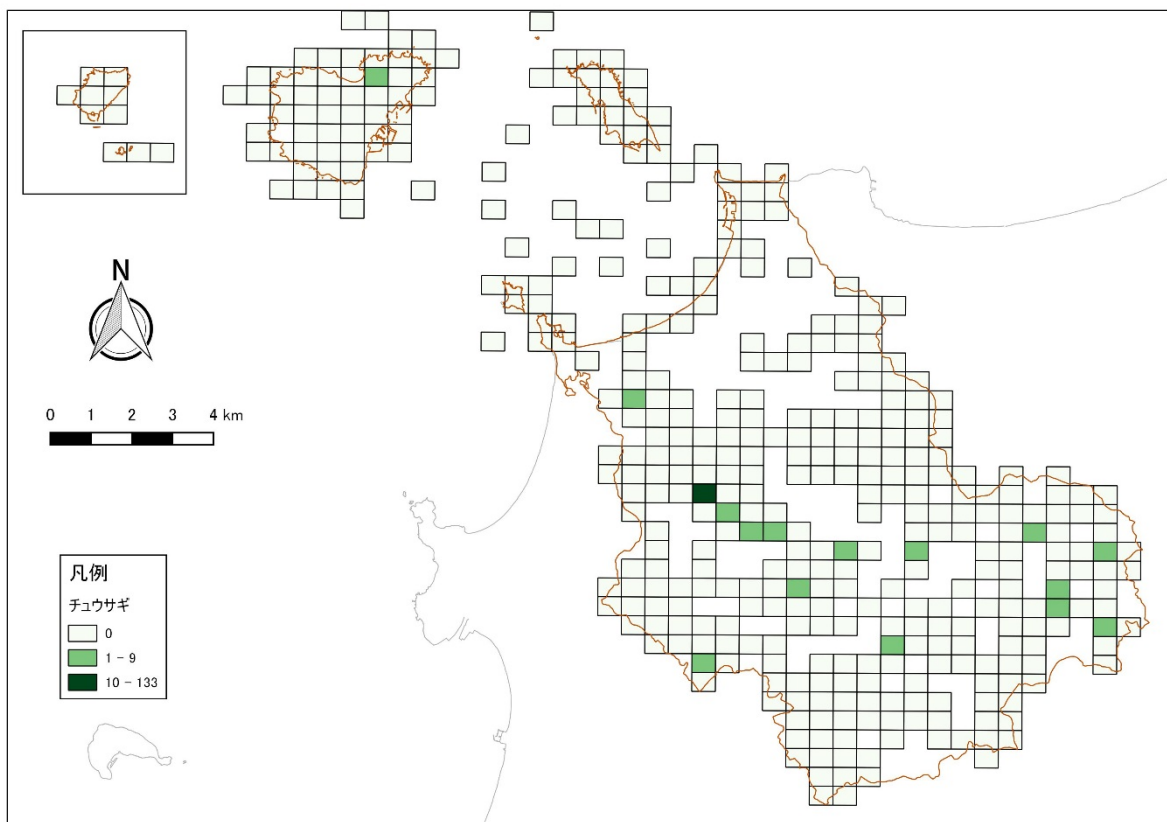


図 10-12 平地に生息する希少種チュウサギの確認メッシュ

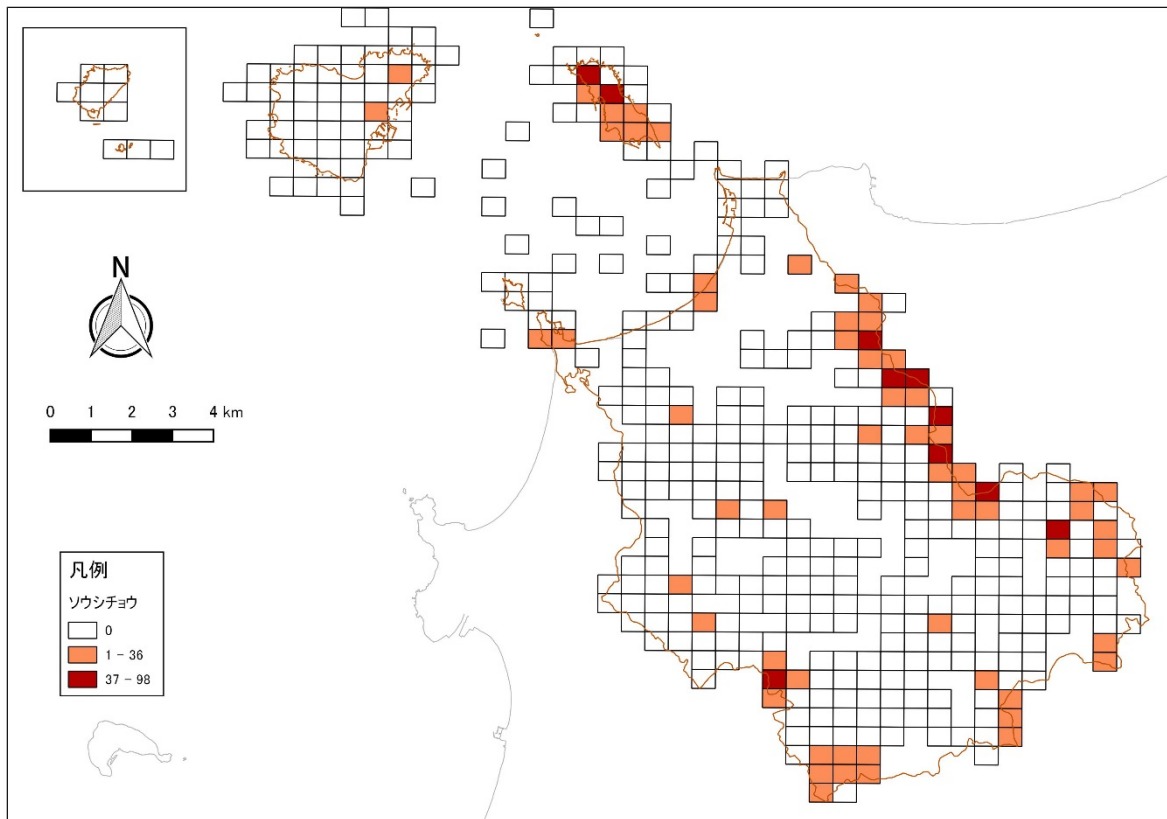


図 10-13 山地に生息する外来種ソウシチョウの確認メッシュ

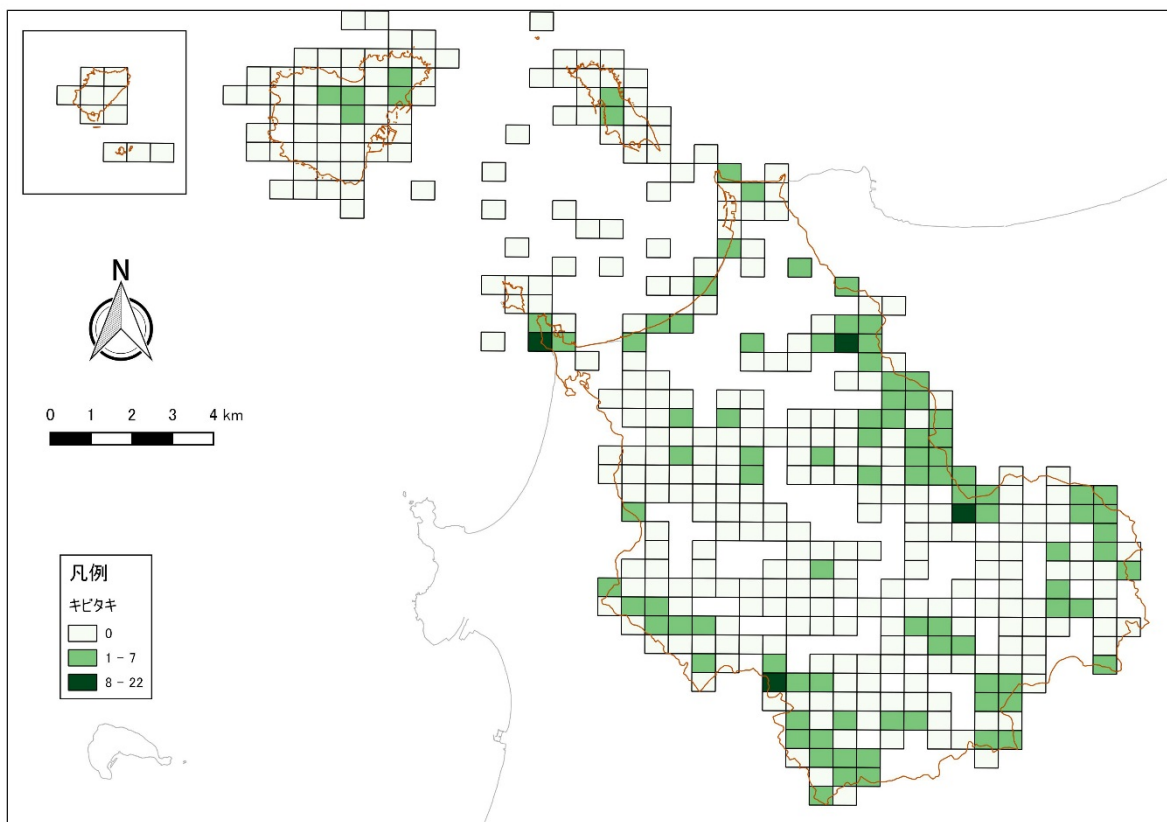


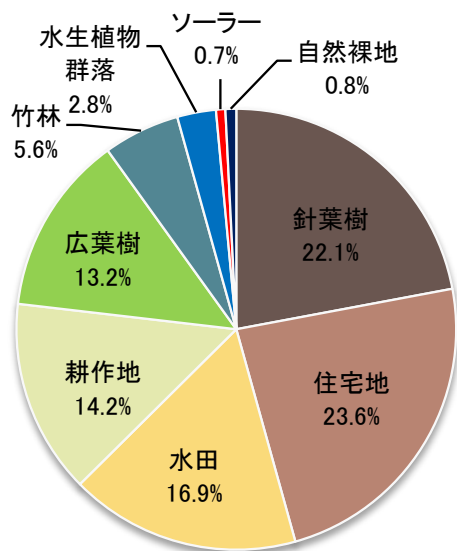
図 10-14 山地樹林の指標種キビタキの確認メッシュ

#### （４）外来生物の分布状況

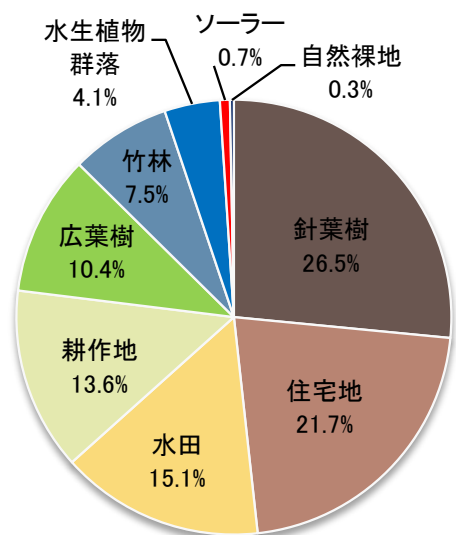
人為的に本来の生息環境から別の環境に持ち込まれた生物を外来生物（外来種）と呼び、これら生物種は時に在来の生態系に大きな負の影響を及ぼすことが知られている。したがって、これら外来種の分布状況や分布特性を明らかにし、在来生態系への影響を理解することは適切な自然環境を維持する上で重要である。鳥類の外来種については（３）で触れているので、ここでは両生類および宗像市全域で行われたワラジムシ類の結果について報告する。

宗像市では両生類の外来種としてウシガエルが確認されている。ウシガエルは、1918 年に食用として導入され、その後、全国に広まったカエルで特定外来種に指定されている。本種は体長が最大 20cm に達し、また、食欲が旺盛であるため、定着すると在来種が摂食される被害が生じる。解析は（２）と同様で、ウシガエルが確認されたメッシュ（在メッシュ）と両生類は確認されたがウシガエルが確認されなかったメッシュ（不在メッシュ）内の土地利用状況を調べた。一般的に、外来種は人為的攪乱の大きい環境に生息する傾向が見られるが（後述）、ウシガエルの在・不在メッシュ間で土地利用状況に大きな違いは認められなかった（図 10-15）。これは、（２）で述べたように、両生類は耕作地や水田などの人為的影響を受けた環境に生息することが挙げられる。すなわち、外来種ウシガエルと在来の両生類の生息環境が一致することを示唆している。他地域ではウシガエルの定着による在来のカエルが見られなくなった例も知られており、宗像市においてもウシガエルの在来種に及ぼす影響の評価が必要である。

また、本調査とは別に宗像市内全域を対象に 423 地点で行われたワラジムシ類の調査についても、外来種と在来グループ（科と属レベル）の分布と土地利用の関係をロジスティック回帰分析にて求めた。その結果、外来種は人工的環境（住宅地、耕作地、ソーラー）の面積が大きいほど存在する確率が高く、在来グループはその逆の傾向を示すことが明らかとなった（図 10-16）。このように人的攪乱の大きな環境に依存して外来種が分布することは様々な生物群で知られており、宗像市においても住宅地などに多くの外来生物が定着している可能性が高い。



ウシガエル在



ウシガエル不在

※端数を処理したため、合計値の合わないところがある。

※各メッシュにおける面積割合を算出し、その平均値を円グラフにて記した。土地利用状況は航空写真から作成した植生図に基づく。

図 10-15 外来種ウシガエルが確認されたメッシュ（35 メッシュ）と両生類は確認されたが確認されなかったメッシュ（69 メッシュ）の土地利用状況



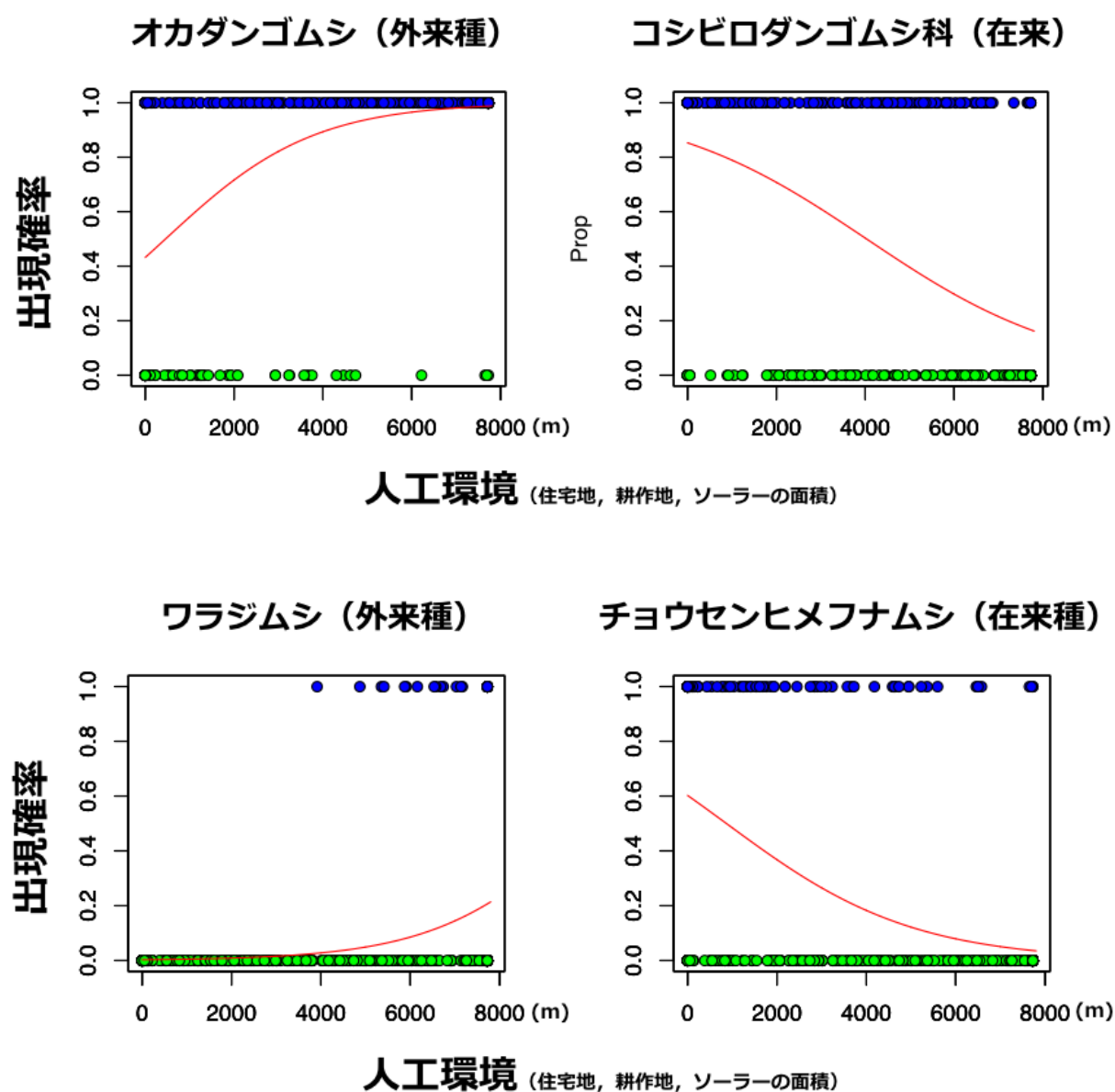


図 10-16 423 地点のワラジムシ類調査に基づく外来種（オカダンゴムシ、ワラジムシ）と在来グループ（コシビロダンゴムシ科とチョウセンヒメフナムシ）の分布特性

※青丸は確認地点、緑丸は未確認地点、赤線はロジスティック回帰分析による出現確率の予測値を示している。AIC に基づき半径 50 m の人工環境の面積を用いている。

## （５）保全上の留意点

### １）自然性の高い環境

人為的攪乱の小さな照葉樹林や海岸植生などは、その環境に依存した消費者に重要な生息環境を提供している。これら環境は一度、人為的攪乱が生じるとその復元には長い時間がかかる上、そこに生息する消費者は他の環境や生態系（植生）を代替利用できないため、可能な限り開発をせずに保全することは今後とも望まれる。

### ２）針葉樹林

宗像市の森林は、広葉樹よりも針葉樹が大きな面積を占めており、今後、この針葉樹林の適切な管理が大きな課題になると思われる。一般的に多種多様な樹種で構成される広葉樹林の方が、単一樹種からなるスギ・ヒノキ林に比べて多様な生物が生息可能であることが知られ、本調査でも爬虫類の多様性に広葉樹林の存在が重要であることが示唆された。林業が衰退しスギ・ヒノキ林の管理が難しくなった現在、針葉樹林の広葉樹林化も含めて今後の検討が必要であると言える。

### ３）半自然環境

宗像市ではこの 10 年間、耕作地や水田などの人為的攪乱の大きな半自然環境が減少していることが示唆された。水田は幼生期や繁殖期に水場を利用する両生類やトンボ類等にとって重要な生息環境であるとともに、耕作地は草原性生物の生息場所になっていると思われる。また、半自然環境と広葉樹の両方を利用する生物にとっては、これら環境が適切に入り混じった景観※がそれらを維持する上で重要である。半自然環境に生息する生物は広域に生息する種が多く、貴重種を対象とした保全の対象になりにくいのが、近年、これら普通の生物が高次消費者の餌資源や花粉媒介者、農作物の害虫の捕食等、生態系や農業環境の持続的維持に不可欠な生態系機能を有することが明らかになりつつある。このように貴重種を対象とした保全だけでなく、健全な生態系を維持する観点からの環境保全への取り組みは今後の課題と言える。

### ４）ソーラーファーム

休耕田などのソーラーファームとしての活用は全国的に実施されており、宗像市においても約 1 km<sup>2</sup>ほどの設置が行われている。現在のソーラーパネルは相当量の太陽光の反射があるため、その設置により周辺住宅の室温が上昇する等の苦情・被害が他地域では出ている。野生生物に対する影響については現時点では良く分かっておらず、継続的なモニタリングが必要と思われる。

---

#### ※景観

生態学で用いる「景観」は、学術用語の 1 つ。「生物多様性」概念における階層性と要素を示すもので、ミクロ的な方向からマクロ的な方向へ「遺伝子」、「種・個体群」、「群集・生態系」、「景観」となる。

## 5) 外来生物

人的影響により本来の生息環境から持ち出された外来生物は、侵入先の在来生態系に大きな負の影響を及ぼすだけでなく、農作物やヒトの健康被害を引き起こすこともある。宗像市全域を調査したワラジムシ類の解析で示されたように、外来生物は人工的攪乱に依存して分布を拡大することが経験的に知られており、大規模な土地開発では大量に外来生物が持ち込まれる可能性がある。一方、特定外来種のウシガエルは在来の両生類と似た環境に生息することが明らかとなった。この事実は、ウシガエルによる在来両生類への捕食の可能性を示唆している。また、鳥類では、外来種のドバトは平地に分布する一方で、ソウシチョウは山地に分布しており、同じ外来種でも分布特性が異なっており、この事実は外来種として一括りに扱うことの危険性を示している。外来生物の全てが在来生態系に悪影響を及ぼすわけではないが、今後は、良好な自然における貴重生物の調査だけでなく、人工的環境や土地開発時における外来種のモニタリングにも注意を払う必要がある。