2017.5.18. Tokyo

漂着物付着生物の多様性 － 海藻 －

川井浩史・羽生田岳昭（神戸大学）
ゲイル ハンセン（オレゴン州立大）

Species and genetic diversity of seaweeds on Japanese tsunami debris

Hiroshi Kawai & T. Hanyuda (Kobe University)
Gayle Hansen (Oregon State University)




- 藻類，海藻類はどのような生き物？
- 津波漂流物付着海藻類の種多様性
- 津波漂流物付着海藻類の遺伝的多様性
- 海藻類移入の早期検出に向けて

- What are algae and seaweeds?
- Representative NIS seaweeds.
- How to elucidate their introduction origin and pathway.
- Potetial introductions by tsunami debris

Terrestrial ecosystem

陸域

陸上植物　Land plants

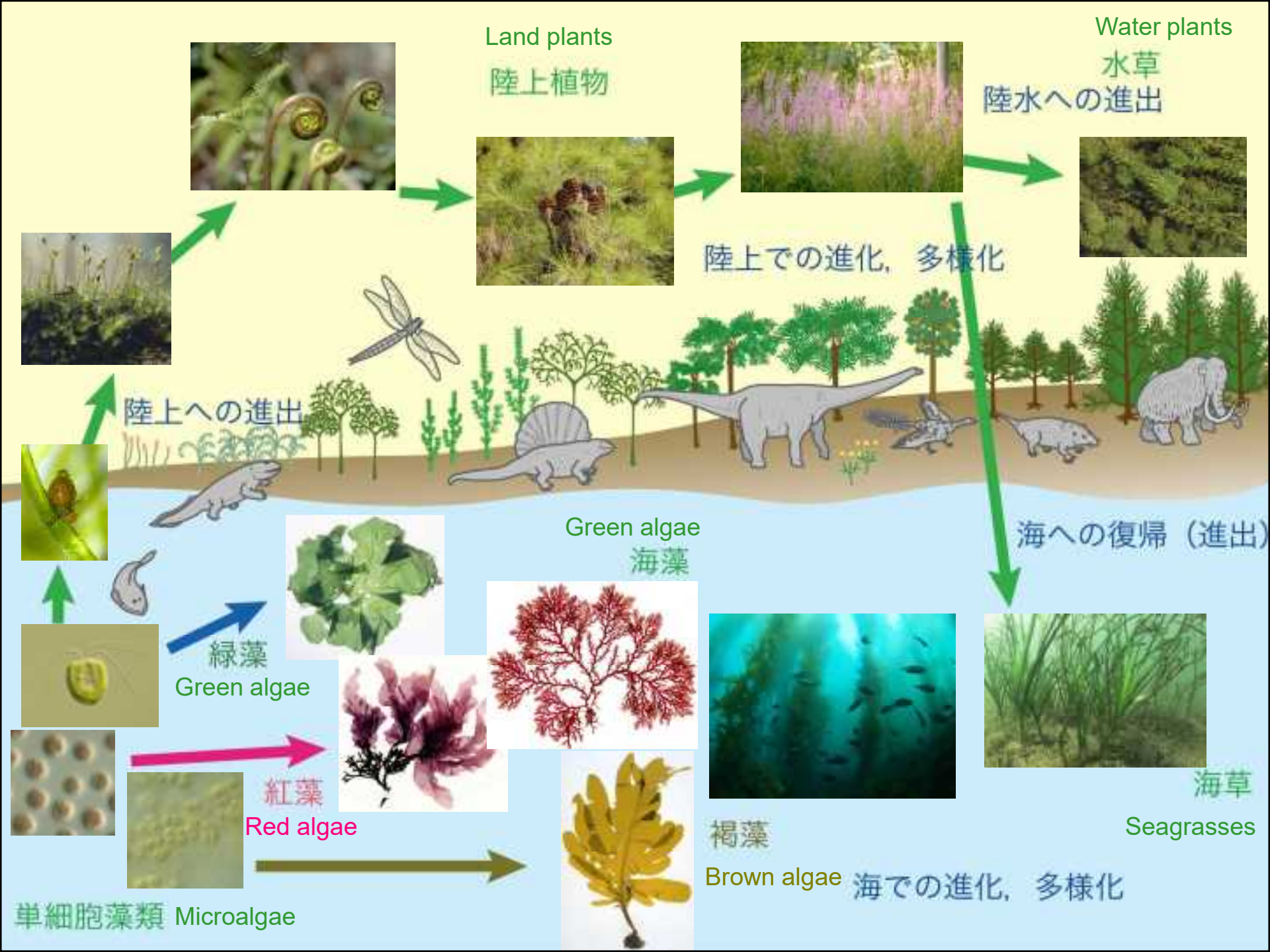
沿岸 (浅い海)　Coastal zone

植物プランクトン・底生微細藻類

海藻・海草　Microalgae, macroalgae, seagrasses

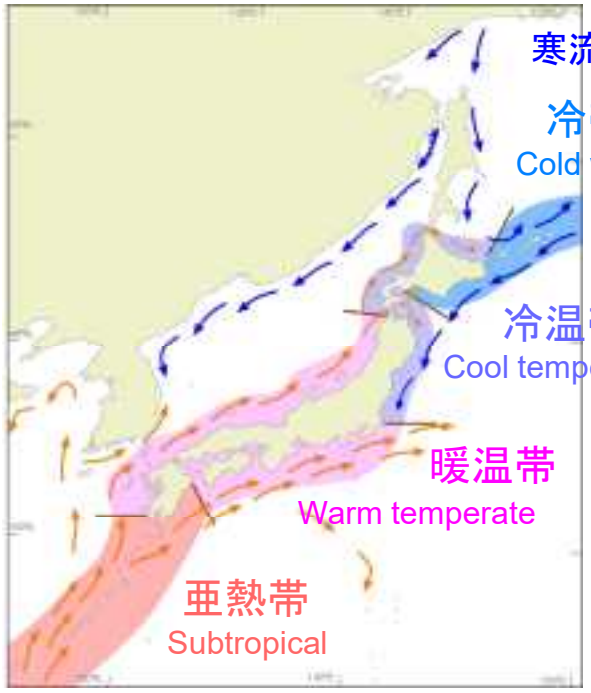
外洋 (深い海)　Oceans

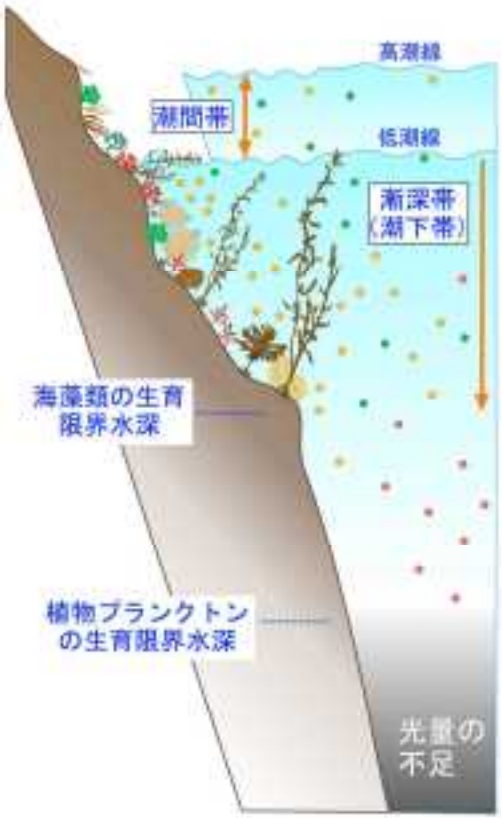
植物プランクトン　Phytoplankons


Land plants
陸上植物
Water plants
水草
陸水への進出
陸上での進化，多様化
陸上への進出
海への復帰（進出）
Green algae
海藻
緑藻
Green algae
紅藻
Red algae
褐藻
Brown algae
海での進化，多様化
海草
Seagrasses
単細胞藻類 Microalgae

- 海藻類の分布は水温（海流）の影響を強く受ける
- 光が届かない水深帯では生育できず，分布は広がりにくい
- それぞれの種類の分布域は温帯域では比較的狭い

- Distribution influenced by water tempreature and currents
- Max. depth of growth is 100-150m
- Relatively narrow distributional ranges





ワカメの自生域

船体付着による生物移動

Ship hull carries benthic organisms







船体にはフジツボ類などの底生動物のほか海藻類も付着するが，その多くはアオサ類，シオミドロ類のように小形の種で，生育期間が短いものが多い

浮桟橋などに付着する海藻類

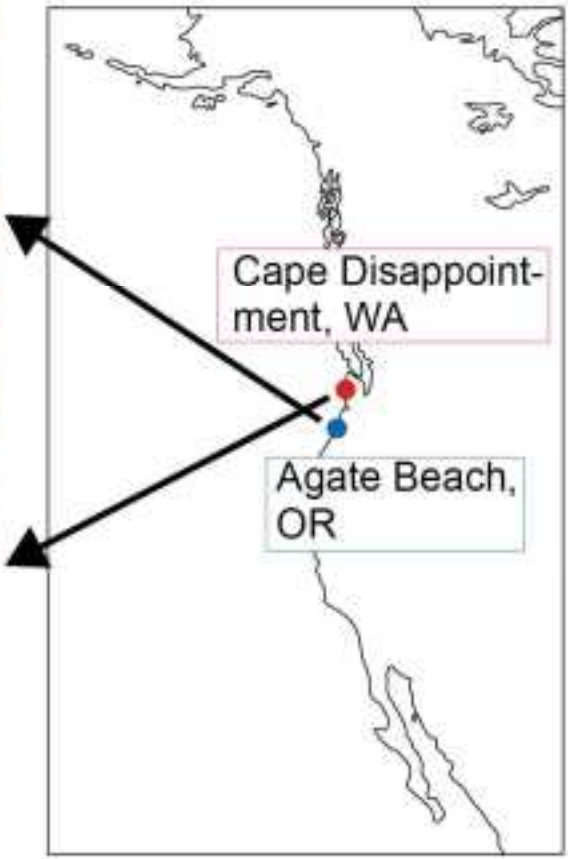
Floating dock has rich seaweed vegetation



一般に浮き桟橋は，環境が安定しているため周辺の護岸より海藻類の種多様性が高く，通常はより深いところに生育する種も着生する

北米西海岸に漂着した震災津波漂流物

Tsunami debris stranded to Northwestern American coast



- 高い種多様性と現存量
- 一年生，多年生の種が健全に生育し，また成熟していた
- 異形の世代交代をする種が浮桟橋上で世代交代をしていた
- 海藻類だけではなく共存する動物も一緒に移動した

- High species diversity and biomass
- Not only annual but also perennial species were transported in healthy condition and were reproductive
- Species of heteromorphic life history have regenerated on the floating dock
- Animals associated with seaweeds have survived the transport

Marine Organisms Found Living on a Floating Dock from Misawa, Aomori Prefecture, Japan dislodged by the 2011 Tōhoku Earthquake and Tsunami

1 species of urchin

Northern Pacific seastar
Asterias amurensis

Japanese shore crab
Hemigrapsus sanguineus

4+ species of barnacle

Solitary tunicate

Granular claw crab

Oedignathus inermis

Oyster

Mytilus galloprovincialis

Undaria pinnatifida

3+ species of amphipod

Bryozoans

Sponge on mussel

11 species of mollusk

Anemone

17+ species of worm

Halosydna brevisetosa

Trypanosyllis zebra

Oregon State University's Hatfield Marine Science Center & Coastal Oregon Marine Experiment Statio

津波漂流物に付着していた海藻の多様性

緑藻　Green algae

アナアオサ

Ulva simplex

オオバアオサ

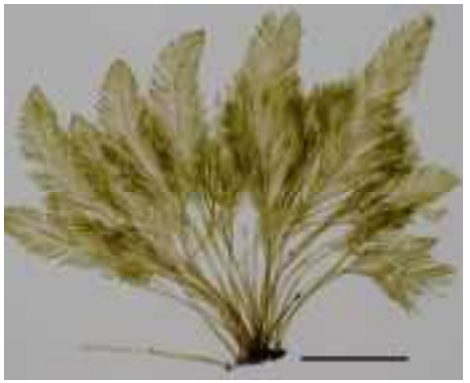
ウスバアオノリ

ヒメアオノリ

ワタシオグサ

北米西岸に本来分布しない種

ミル



ハネモ

褐藻　Brown algae

マコンブ

ワカメ

マツモ

カヤモノリ

ウスカヤモ

ケウルシグサ

ウルシグサ

ムチモ

セイヨウハバノリ

紅藻　Red algae

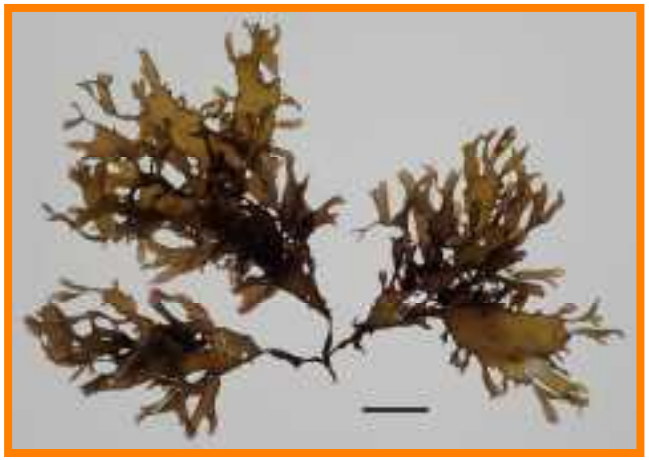
スサビノリ

ダルス

ベニスナゴ

アカバ

ヒラムカデ



オオバツノマタ

クロバギンナンソウ

ツルツル

東北沿岸，津波漂流物付着，北米西岸の海藻類集団の遺伝子比較

Comparisons of specimens from Tohoku region, JTMD and North America

漂流物付着藻類

Potential vectors (JTMD)

原産地自然集団

Original populations (donor)

Genetic comparisons

移入先自然･移入集団

Recipient populations

Native? Introduced?

世界各地でのワカメの分布と推定される移入時期

Worldwide distribution of *Undaria pinnatifida* and first records in the area

Europe 1971

2002

Native range
(Japan, Korea, China)
原産地
Narive range

California,
Baha California
2004

移入先

Introduced range

1998

Victoria
Tasmania
(Australia)

1990 (1982?)

New Zealand

1987

Algentina

1996

遺伝子による原産地集団の遺伝的多様性解析

cox 3 部分配列

cox 3 DNA sequence

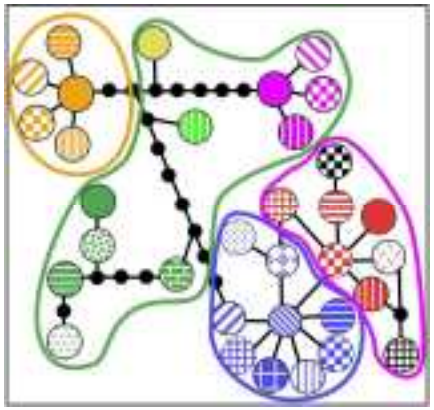
```
TACTTTTGCAGTTCAGCAAGGATTACGTATGGGTATGA
TACTTTTTATTGTGTCTGAAATTATGTTTTTTTTTGCT
TTCTTTTGGGCTTTTTTTACTTCATCGATATCCCCCG
TTTTTAATATTGGAGGTGTTTGGCCTCCTGTAGGGATA
GAAGCAATTAGCCCATGGGGATTACCTTTTTTAAATA
CTATTCTTTTACTTTCTTCAGGAGCAAGTGTTACATGG
GCTCATCATGCAATTGTGGCTGGTTTTAAAAAAGAAGC
TTTACAAGGTTTAGGGGTAACATTAGGGTTTGCAGTTG
CGTTTACAGGTATGCAAGGTATTGAATATATGCATGCT
CCTTTTGGTATGTCAGATGGGGTTTATGGTTCAGTATT
TTATATGGCTACGGGATTTCATGGATTTCATGTTATT
ATTGGAACAATATTCTTAGCTATTTGTACAATAAGATT
GTATTGGGACCATTTTA
```

ハプロタイプ番号

Number of haplotypes

```
1  -C-G-C-C-G-A-A-T-T-A-G-C-G-T-T-T-
2  -C-G-C-C-G-A-A-T-T-A-G-C-A-T-T-T-
3  -C-G-C-C-G-A-A-T-T-A-G-C-G-T-T-C-
4  -C-G-T-C-G-A-G-C-T-A-G-C-G-T-T-T-
5  -C-G-T-C-G-A-G-C-T-A-A-C-G-T-T-T-
6  -C-G-T-C-G-G-A-T-T-A-G-C-G-T-T-T-
7  -C-G-T-T-G-A-A-T-T-A-G-C-G-T-T-T-
8  -T-A-C-C-G-A-A-T-T-A-G-C-G-C-C-T-
9  -T-A-C-C-G-A-A-T-T-A-G-T-G-C-C-T-
10-T-G-C-T-G-A-A-T-C-A-G-C-G-T-T-T-
11-T-G-C-C-G-A-A-T-T-A-G-C-G-T-T-T-
12-T-G-C-C-G-A-A-T-T-G-G-C-G-T-T-T-
13-T-G-C-C-G-A-A-T-C-A-G-C-G-T-T-T-
14-C-G-C-C-A-A-A-T-T-A-G-C-G-T-T-T-
```

Genetic diversity of native population of *Undaria pinnatifida*

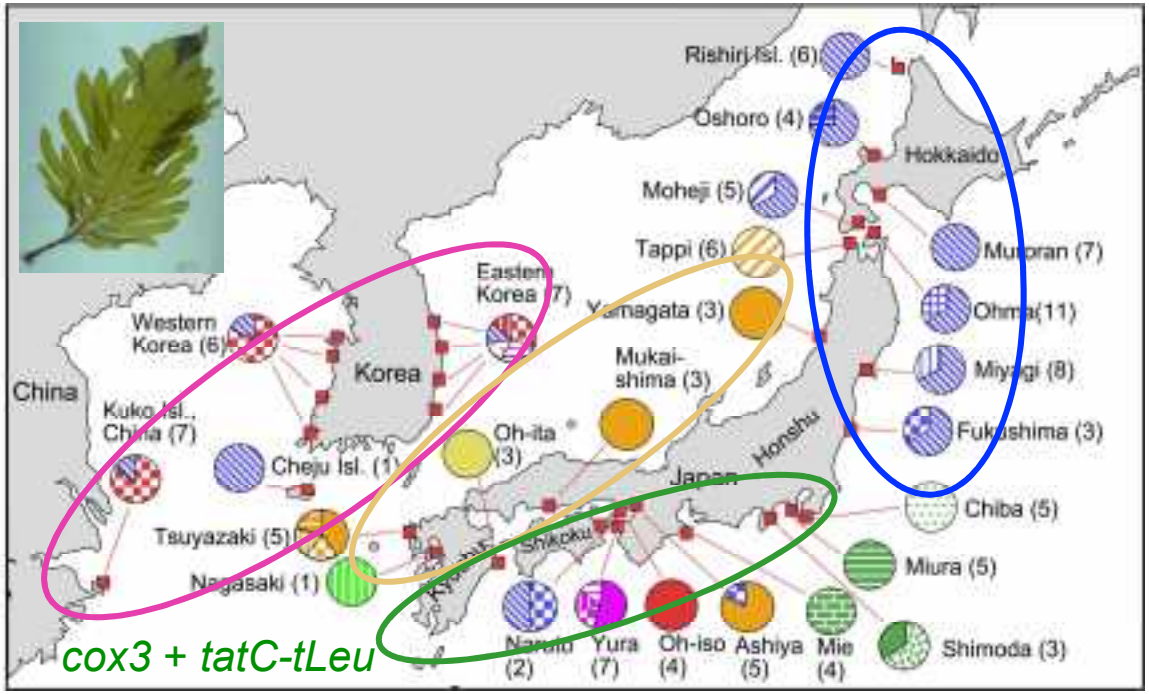


各ハプロタイプ（遺伝子型）間の遺伝的距離

Genetic relationship among haplotypes (spanning tree)

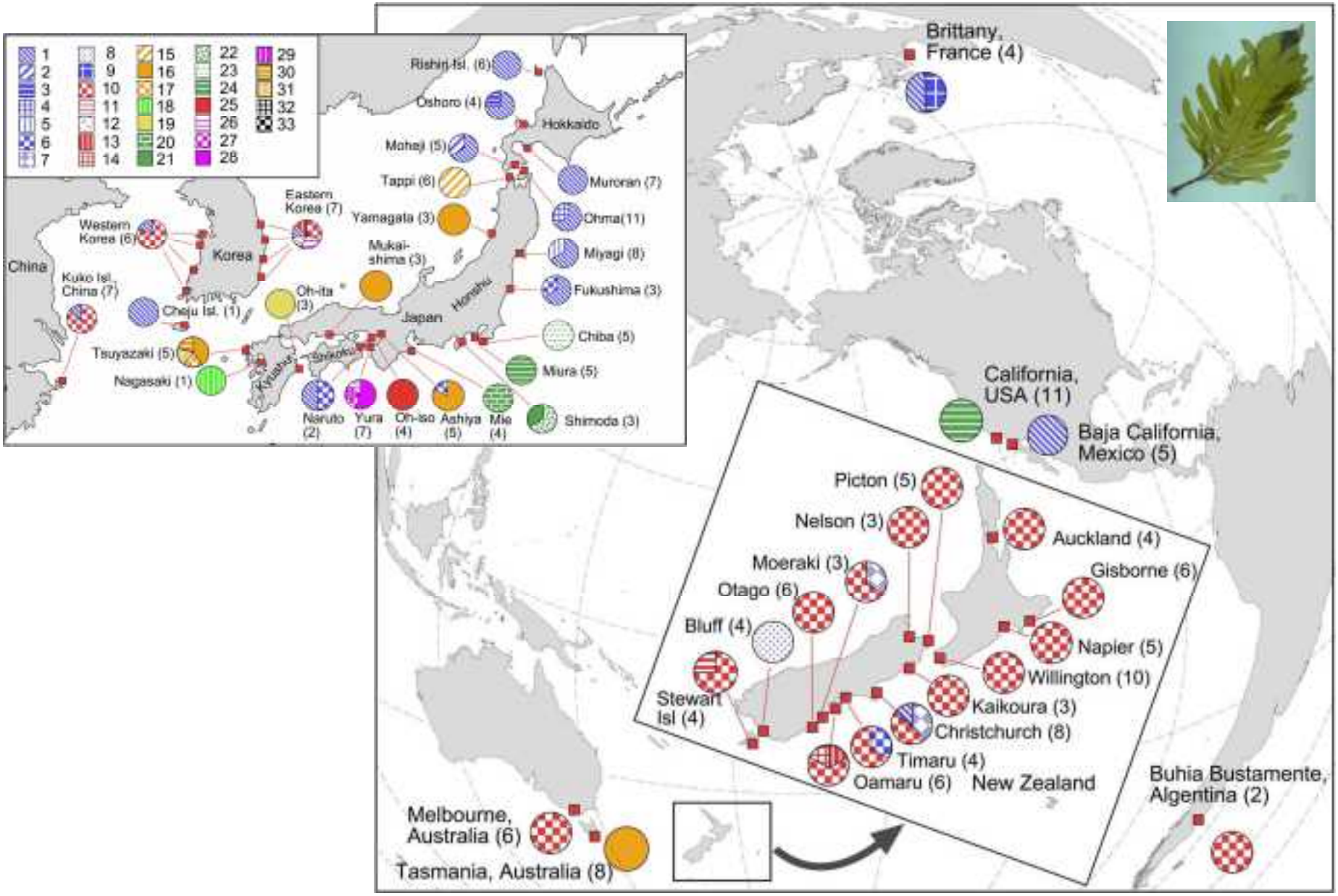
各地集団のハプロタイプ）`分布

Geographical distribution of haplotypes



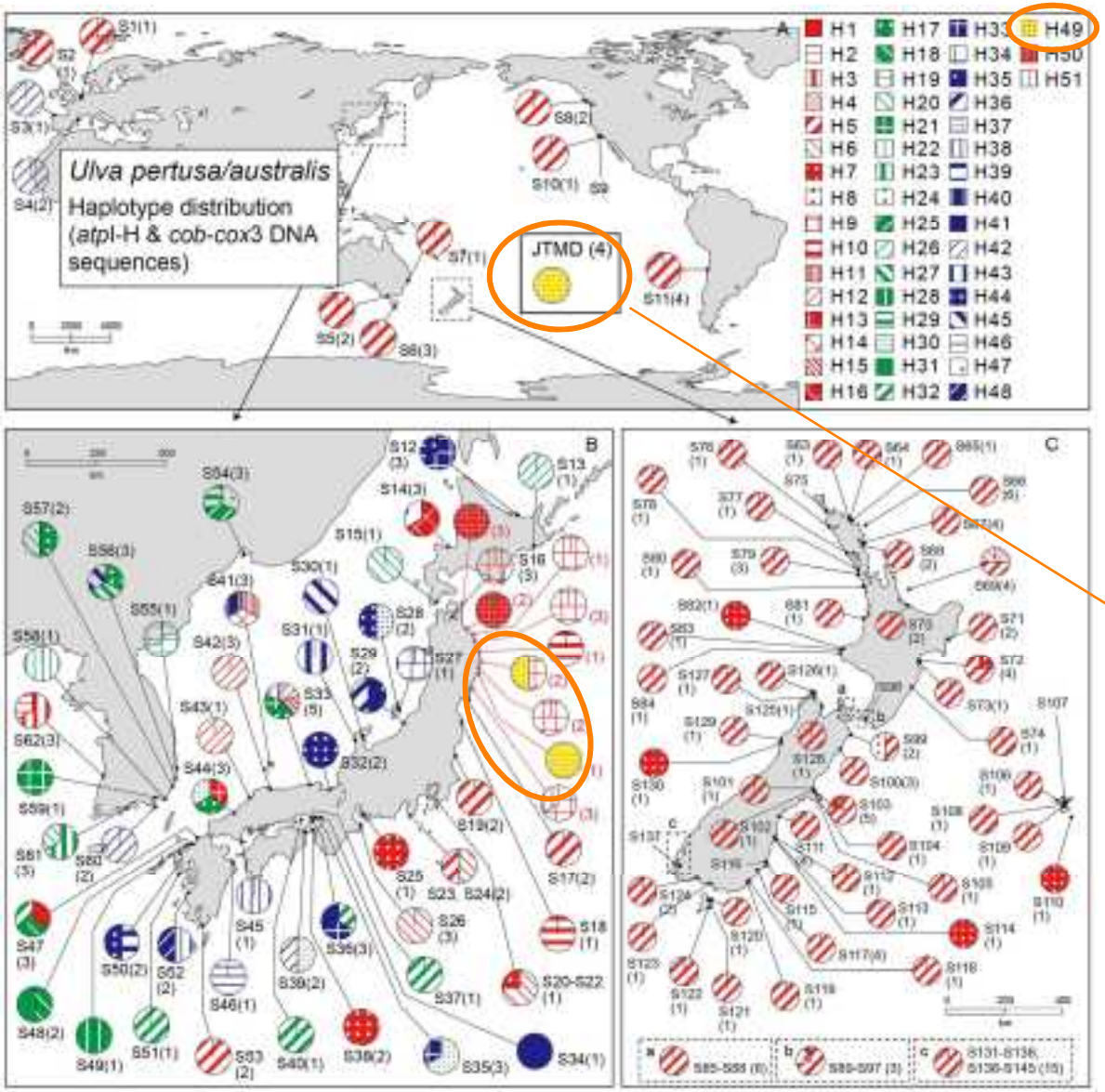
世界各地での各ハプロタイプの地理的分布

Worldwide geographical distribution of *cox3* + *tatC-tLeu* haplotypes



緑藻アナアオサの各地域集団の遺伝的多様性の解析

漂着した船名不詳の破損した漁船は東北沿岸に由来することが確かめられた



Origin of an anonymous boat carrying yellowtail jacks and banded knifejaw fish was confirmed to be originated from Tohoku region by the genetic type of the associated Ulva species.

Haplotypes based on mitochondrial *atp*I-H & *cob-cox3* gene DNA sequence

移入海藻類の早期検出に向けて

さまざまな地点での野外調査

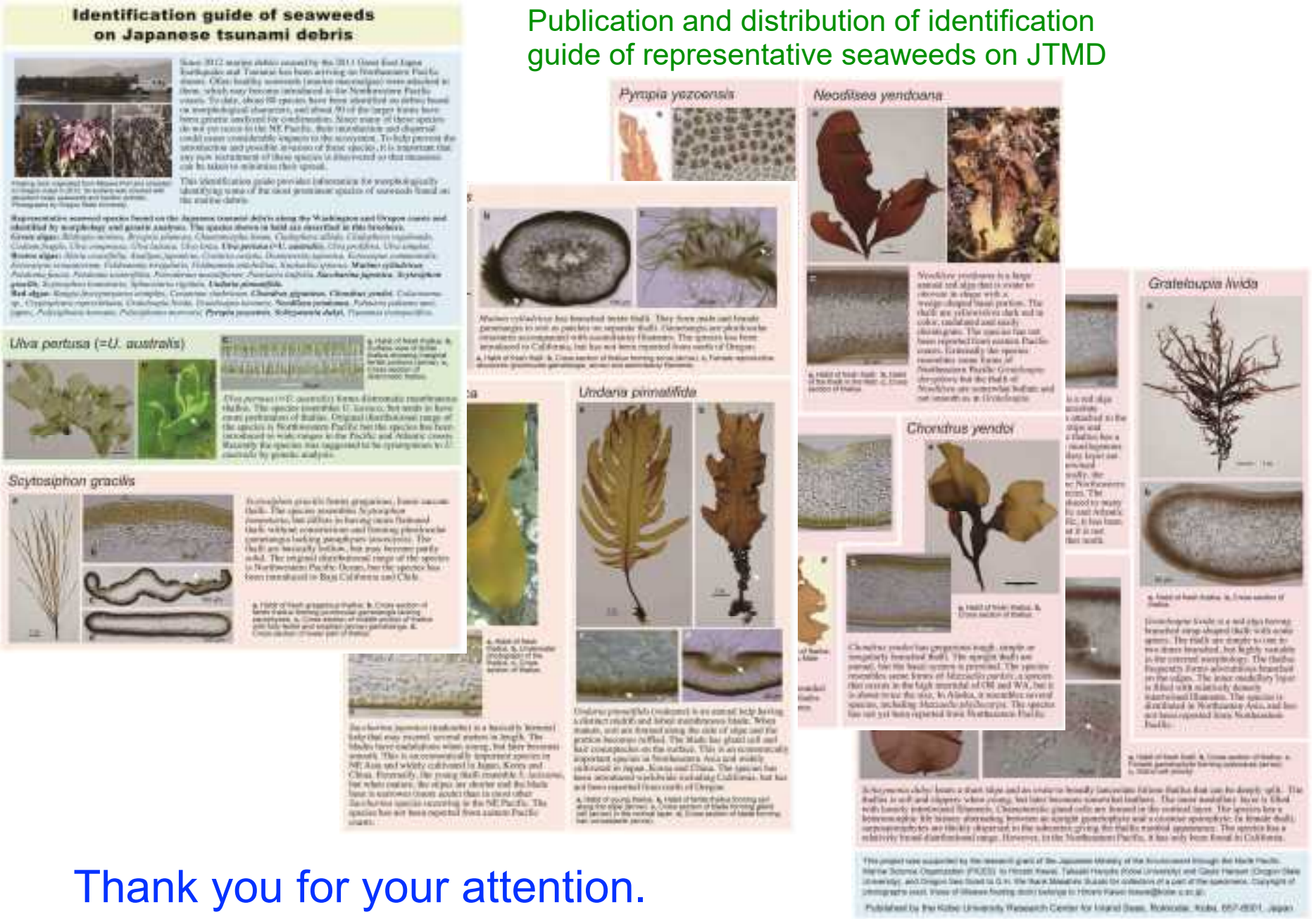
Field survey for detecting new recruitment

移入海藻類の早期検出に適した長期モニタリング場所の選定

Selection of long-term monitoring sites for detecting new recruitment of JTMD algae

代表的な津波漂流物付着海藻の同定のためのパンフレットの作成・配付

Publication and distribution of identification guide of representative seaweeds on JTMD



Thank you for your attention.