

サンゴ礁の持続可能な観光利用(再考)

2010.7.14.

市川彩乃
深野雄二
古川耕平
星野友希

記事の要約

- ❖ 沖縄県の慶良間(けらま)諸島の渡嘉敷村が、2010年4月より「環境協力税」を導入、島に渡る人間から一律100円を島に渡る船の料金に上乗せして徴収する。
- ❖ 離島の場合、このような税は特に「入島税」と呼ばれることがある。
- ❖ 慶良間諸島は美しいサンゴ礁があり、ダイビングスポットとして世界的に有名。
- ❖ 村は年間約1000万円の税収を見込み、サンゴ保全のための費用などに充てる。



サンゴ礁保全のための方法

サンゴ礁のダイビングによる過剰利用に焦点をあてる

I. 入島税 (環境協力税. 保全費用補填)

今回始まる取り組み。保全費用補填が目的(法定外目的税)。

入島税だけでは、ダイビングによるサンゴ礁の過剰利用は防げないのでは?

II. ダイビング税

ダイバーの一回のダイビングに対し課税する。

or

III. ダイバー数の規制

一年間に島に入れるダイバーの数を制限する。

前回は...

ダイビング税 vs. ダイバー数の規制

→ 価格規制 vs. 量規制 → 本当だろうか?

本日の流れ

1. 仮定の設定
1. 経済モデルの作成、および問題意識の明確化
1. ダイビング税の分析
1. ダイバー数規制の分析
1. 前回の結論の反省
1. 分析をふまえた上での考察・結論

1. 仮定の設定

仮定 1.

分析の範囲を慶良間諸島に限る (社会 = 慶良間諸島).

仮定 2.

ダイバーとサンゴ礁の関係のみ分析 (漁業者が発生する外部性などは考慮しない).

仮定 3.

ダイバーはダイビング (サンゴ礁の利用) によって便益を得るが、同時に、サンゴ礁の生態系サービスを劣化させるという外部不経済が発生しているとする.

仮定 4.

実際にはすべてのダイバーがサンゴ礁を傷つけ劣化させるわけではないが、話の単純化のために、すべてのダイバーが外部不経済が発生するとする.

仮定 5.

数式の簡略化のために、ダイバーの私的費用(旅費, ダイビングにかかる費用など)はゼロと仮定する. (ダイバーの純便益 = ダイビングによる私的便益)

2 - 1. 経済モデルーダイバーの便益関数

慶良間を訪れるダイバーを $i = 1 \sim N$ と表す。

i のサンゴ礁利用による便益を $B_i(x_i)$ とする。 x_i は i のダイビング回数である。

$B_i(x_i)$ の性質を次のように定める。なお、 x_i^{BAU} はこれまで通りのダイビング回数を表す。

$$MB_i(x_i) \equiv \frac{dB_i(x_i)}{dx_i} \geq 0 \quad ; \quad \frac{dMB_i(x_i)}{dx_i} = \frac{d^2B_i(x_i)}{dx_i^2} < 0 \quad ; \quad MB_i(x_i^{BAU}) = 0 \quad ; \quad x_i \in X_i \equiv \{x_i \mid 0 \leq x_i \leq x_i^{BAU}\} \forall_i$$

慶良間全体におけるダイバー全体のダイビング回数は $x \equiv \sum_{i=1}^N x_i$ と表せる。

これを用いて慶良間のダイバー全体の便益 B を以下のように定義する。

$$B(x) \equiv \text{Max} \sum_{i=1}^N B_i(x_i) \quad s. t. \quad x \equiv \sum_{i=1}^N x_i$$

ダイビングによるこの社会的便益は個々の便益関数と同様の性質を持つとする。つまり、

$$MB(x) \equiv \frac{dB(x)}{dx} \geq 0 \quad ; \quad \frac{dMB(x)}{dx} = \frac{d^2B(x)}{dx^2} < 0 \quad ; \quad MB(x^{BAU}) = 0 \quad ; \quad \text{ただし, } x^{BAU} \equiv \sum_{i=1}^N x_i^{BAU}$$

2 - 2. 経済モデル — サンゴ礁の劣化

- ダイバーはダイビングに伴い、サンゴ礁の劣化という外部不経済を出しているとする。
- サンゴ礁の劣化はすなわち生態系サービスの劣化を意味するため、他の経済主体に影響を与える可能性がある。
そのため、サンゴ礁劣化をダイビングに伴う社会的損失であると考える。
- この社会的損失を $D(x)$ とし、以下の性質を持つ関数として定義する。

$$MD(x) \equiv \frac{dD(x)}{dx} \geq 0 \quad ; \quad \frac{dMD(x)}{dx} = \frac{d^2D(x)}{dx^2} > 0$$

2-3. 経済モデル — 最適ダイビング回数

- これら二つの関数より慶良間における最適ダイビング回数 x^* は、以下の最適化問題

$$\text{Max } B(x) - D(x)$$

を解くことで求まる。この問題は必要十分条件として、

$$MB(x^*) = MD(x^*) \text{ を満たす。}$$

- 以上のことを整理すると以下のようなグラフが描ける。

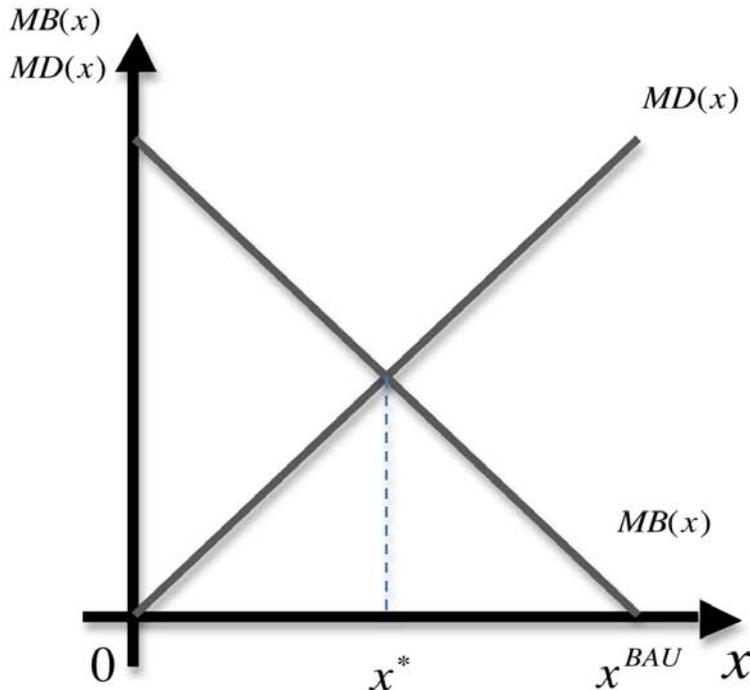


図 1. 最適ダイビング回数

左図において、

$$0 \leq x^* < x^{BAU}$$

となっていることが、サンゴ礁のダイビングによる過剰利用を示す。

しかし入島税 (100円) にダイビング回数を

$$x^{BAU} \rightarrow x^*$$

とする効果があるとは考えにくい。

3. ダイビング税の分析

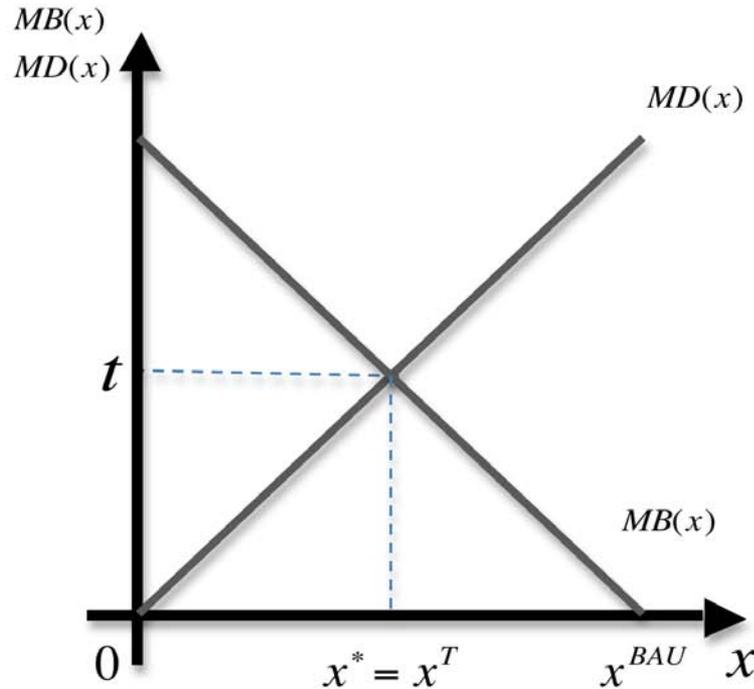


図 2. ダイビング税

- 規制当局が $t = MB(x^*)$ あるいは $t = MD(x^*)$ と設定するとき、課税時のダイビング回数は社会的に最適なダイビング回数と一致する。
- すなわち、課税時のダイビング回数を x^T とすると、 $x^T = x^*$ が達成される¹。

- 理論上は最適ダイビング回数が達成されるが、まず第一に規制当局が $MD(x)$ と $MB(x)$ に関して正確に知る必要がある。
- これらを明らかにできないならば、適切なダイビング税額を算定することもできない。



そのため...

実際にダイビング税を導入するのは難しい。

$B(x)$: ダイバーがサンゴ礁から得る「満足感」

$D(x)$: サンゴ礁の「生態系サービスの劣化による損失」

→ いずれも算定するのは極めて困難。

1. ダイビング一回につき t 円課税すると、各ダイバーの最適化問題は $Max B_i(x_i) - tx_i \quad \forall_i$ となり、 $MB_i(x_i^T) = t \quad \forall_i$ を解として得る。ここで、 $MB(x^*) = MB_i(x_i^*) = MD(x^*)$ であることより、 $t = MB(x^*)$ あるいは $t = MD(x^*)$ のとき、 $x^T = x^*$ を得る。

4. ダイバー数規制の分析

- ダイバー数規制とは要するに前述の慶良間を訪れるダイバー $i = 1 \sim N$ について、規制当局(自治体)が N を決めるというものである。
- 最適ダイバー数 N^* を、最適ダイビング回数 x^* を達成するときの N とする。
- この最初のステップは「キャップ」を決める、という点においてのみは排出権取引のときと同様と考えられる。
- **しかしその後のステップが根本的に異なる。**

◇ ダイバー数規制 → 基本的に N^* を決めて終わり。

- ◇ 排出権取引 → 最適排出量を決め、それを許可証として経済主体に分配、市場取引が行われる。
- そして $MD(x)$ と $MB(x)$ に関する「情報の非対称性」が問題に。
- ここではじめて「ワイツマンの定理」の話が出てくる。

5. 前回の結論の反省

- 前回はダイビング税はピグー税, ダイバー数規制は数量規制だ, という安易な考えでワイツマンの定理を持ち出して結論を出してしまった.
- 実際に対象としている事柄について一つ一つ冷静に考えれば以下のことがわかる.

-
- a. ダイビング税は理論上はピグー税として機能すると考えられるが, 実際の導入は極めて困難であること.
 - b. 「ダイバー数規制」と「排出権取引」の仕組みは全く異なり, 同じ「数量規制」だなどと考えることはできず, ワイツマンの定理を論拠とすることは不可能だ, ということ. 特に, 「ダイバー数規制」は $MD(x)$, $MB(x)$, 「情報の非対称性」とそもそも無縁である.
-

これらのうち, 特にb.より前回の結論は根本的に論拠が誤りであったことがわかる.

6. 分析をふまえた上での考察・結論

- 入島税は保全費用補填はできるが、ダイビング回数を大きく減らすことはできない。
- **入島税+ダイバー数規制**が現実的かつ効果的なのではないだろうか。

I. ダイビング税は実際の導入が極めて困難、可能だとしても時間がかかる。

II. ダイバー数規制の「キャップ = N^* 」自体はこれまでの研究より割り出すことはおそらく可能。
(一つのダイビングスポットにつき、ダイバーを年間10,000人程度までに抑えれば深刻な減少を食い止められるという²⁾)

III. 「キャップ」を決めた後、サンゴ礁保全へのこれまでの貢献度に基づきダイビングガイドなど、各事業者に分配する → 事業者にサンゴ礁保全へのインセンティブ

整理すると...

導入へのハードルの低さ (I & II)

と

規制後、さらにサンゴ礁保全への意識が高まる可能性 (III)

ゆえに、ダイバー数規制を入島税と併用するのが望ましい。

2. Abou Zaid. M. (2002) Impact of Diving Activities on the Coral Reefs along the Red Sea Coast of Hurghada, mimeo Marine Biology and Fish Science Section, Zoology Department, Al-Azhar University, Cairo

参考資料

環境省 サンゴ礁保全計画の策定

<http://www.env.go.jp/nature/biodic/coralreefs/apc/index.html>

国立環境研究所 サンゴ礁保全対策

<http://tenbou.nies.go.jp/science/description/detail.php?id=104>

三菱商事 環境・CSR活動レポート 『サンゴ礁保全プロジェクト』

<http://www.mitsubishicorp.com/jp/ja/csr/contribution/earth/activities01/activities01-01.html>

WWF ジャパン 『サンゴ礁の世界的な衰退による経済への影響』

http://www.wwf.or.jp/activities/lib/pdf/cesardegradationreport100203_Ja.pdf

総務省 渡嘉敷村「環境協力税」の新設

http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/02zeimu02_000022.html

ヨミウリオンライン 2009.10.5. 『ダイバー制限でサンゴ保護へ、慶良間諸島 現状半数に』

<http://kyushu.yomiuri.co.jp/nature/animalia/wild/20091010-OYS8T00246.htm>

前田章『排出権取引の経済理論』 2009年 岩波書店