

「持続可能な発展」からみた ネガティブエミッション ～植林とBECCSについて

2017年1月26日
慶應義塾大学 大沼あゆみ

経済産業省IPCCシンポジウム「地球温暖化防止に向けての対策
～第6次評価サイクルにおけるIPCCの活動と今後の取り組み」



ネガティブエミッション ～植林・BECCS

- IPCC5次レポートでは、累積排出量と地球平均気温上昇が比例関係にあることが示された。
 - 2度目標では、ネガティブエミッションを実現することが必須
 - 2012以降の総排出量限度は1010GtCO₂(=275GtC)
 - 2012年の排出量35.6GtCO₂(=9.7GtC)
- 植林による炭素吸収・固定とBECCS(バイオエネルギーと炭素回収貯留)
 - 低コストで実現が期待される (Smith et al.,2015)

植林とBECCSのコベネフィット

- 植林
 - 森林を拡大することで、森林生態系サービスによるベネフィットが発生すると期待される
 - 生物多様性
 - 水、局所的気候安定
- BECCS
 - 再生可能エネルギーの普及を促進
 - 途上国の貧困地帯の発展

森林と炭素

- 森林は、その地中とバイオマス、枯木などに652Gトンの炭素を蓄えている (FAO)。
- 平均して、1haの森林に、162トンの炭素が固定されている
 - ガソリン25万リットル燃焼分と同等
- 植林することで炭素を吸収

植林による炭素削減可能性は、どのような樹種でどれだけ面積の植林が可能かによる

BECCSと炭素

- 2050年には、100EJ（=2012年世界エネルギー使用量の1/4）が実現可能と予測
- 大気中の炭素削減とエネルギー生産を同時に行う
 - 木材バイオマス
 - テンサイ、サトウキビ
 - 小麦、トウモロコシ、
 - ナタネ
 - 廃棄物、藻

非常にラフな計算を行うと

- ・ 50年で成育するとすれば、年間3.3tC/haを固定
 - ・ 1GtCを年間吸収していくためには、3億haの植林が必要
- おおよそソインドの面積に等しい

- ・ 植物由来のバイオエネルギーでも、大規模な土地利用が必要
 - 既存の農地等の転用
 - 草地等の炭素固定の低い生態系の転換
 - 耕作放棄地・荒れ地

① 生物多様性

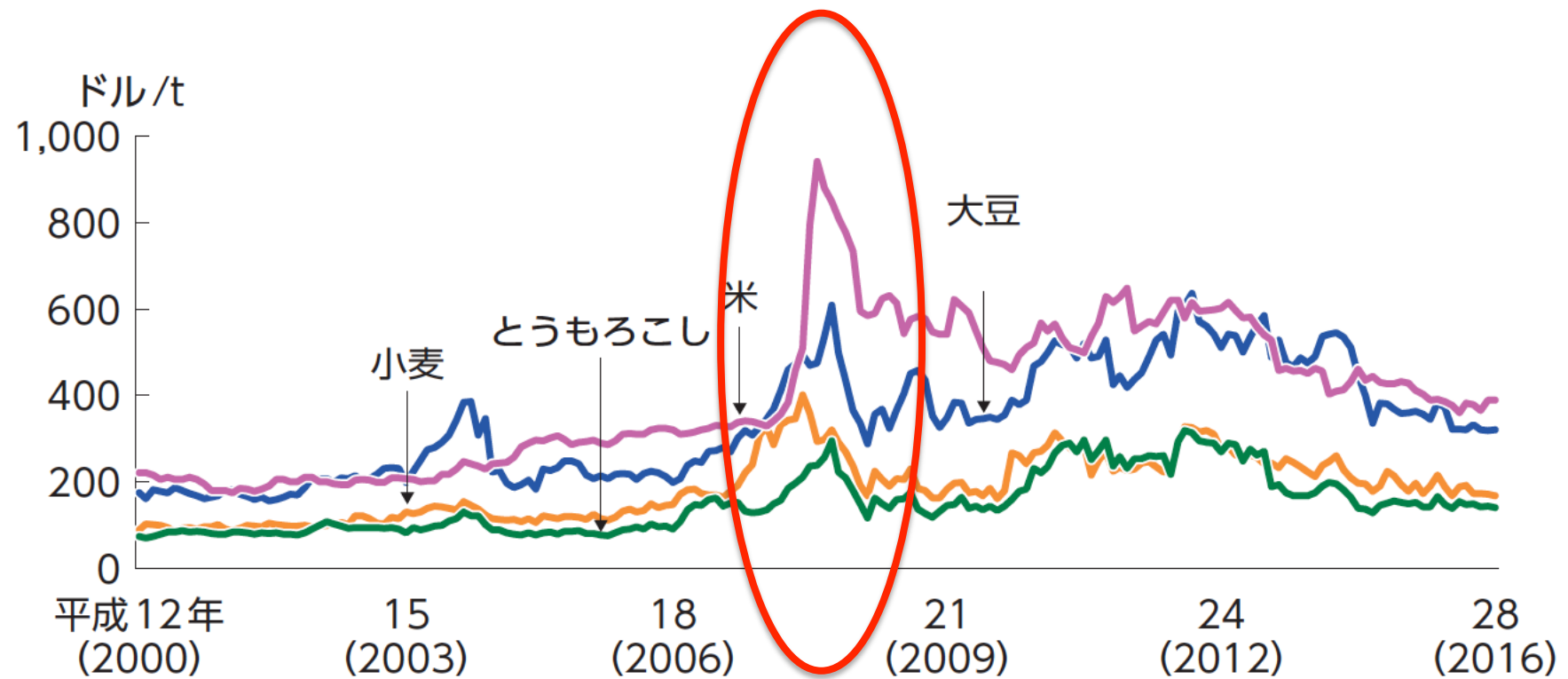
- 樹種選択～早生樹の単一樹種林（モノカルチャー）に偏った植林にならないか？
 - ユーカリ、アカシア、ポプラ等
 - 生物多様性が低い
 - 生態系サービスの機能が低下
- 土地利用～生態系の転換
 - 生物多様性減少
 - 草地など
- 肥料利用の増大による汚染

②食糧生産～土地利用

- 食糧価格の上昇が起こる可能性
 1. 農地等の転換が行われれば、食糧生産とのトレードオフが起こる。
 2. 肥料の希少性の増大による生産コストの上昇
- 2008年には、バイオ燃料需要の増大で穀物価格が急騰した
 - 本質的には、農地からの土地利用転換と同じことが起こった

2008年頃の穀物価格の高騰は、バイオ燃料需要増大によって、一部の穀物が食糧から燃料原料になったことによる。
・本質的には、食糧生産からバイオ燃料に土地利用転換が行われたことと同等

国際穀物価格動向



出典：H27食料・農業・農村白書 図1-2-2

③ 食糧生産～肥料

- 肥料の希少性が高まる
 - 栄養塩（リン、窒素、カリ）
 - リンは実質的に枯渇資源
 - 自然プロセスでの回収は、長い時間がかかる。
 - リン鉱石を採掘

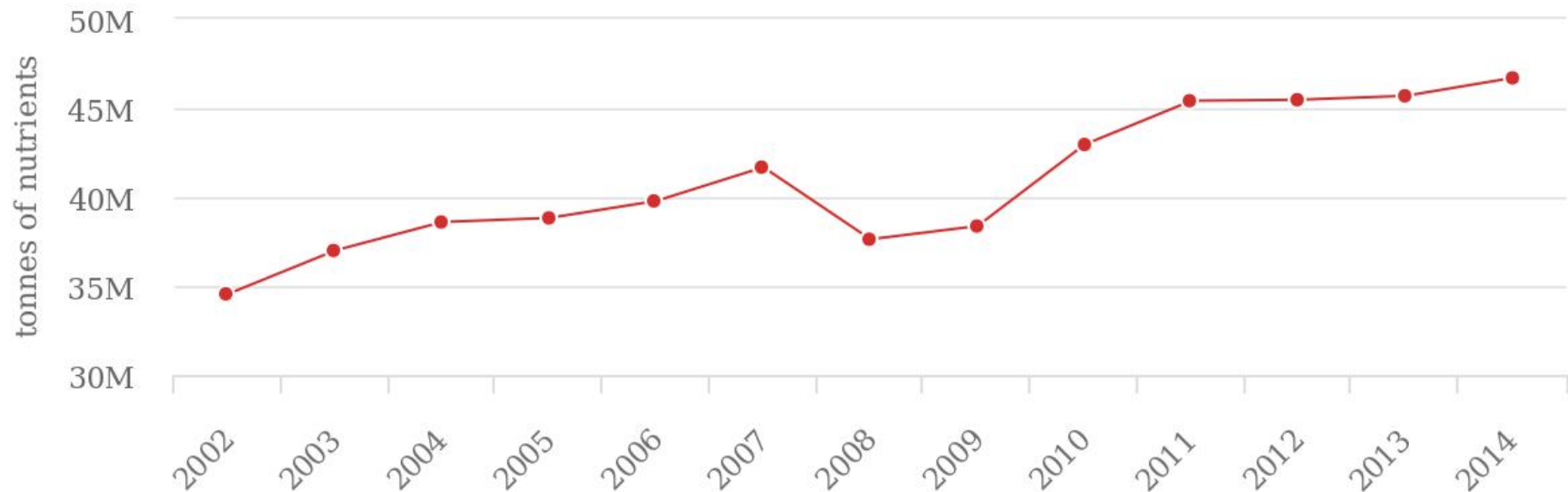
リン鉱石は、中国・米国・モロッコ・ヨルダン・南アに偏在（9割）

リン肥料の世界消費量

2002～2014年で、消費量は約3割増大

World fertilizers consumption (nutrients)

2002 - 2014

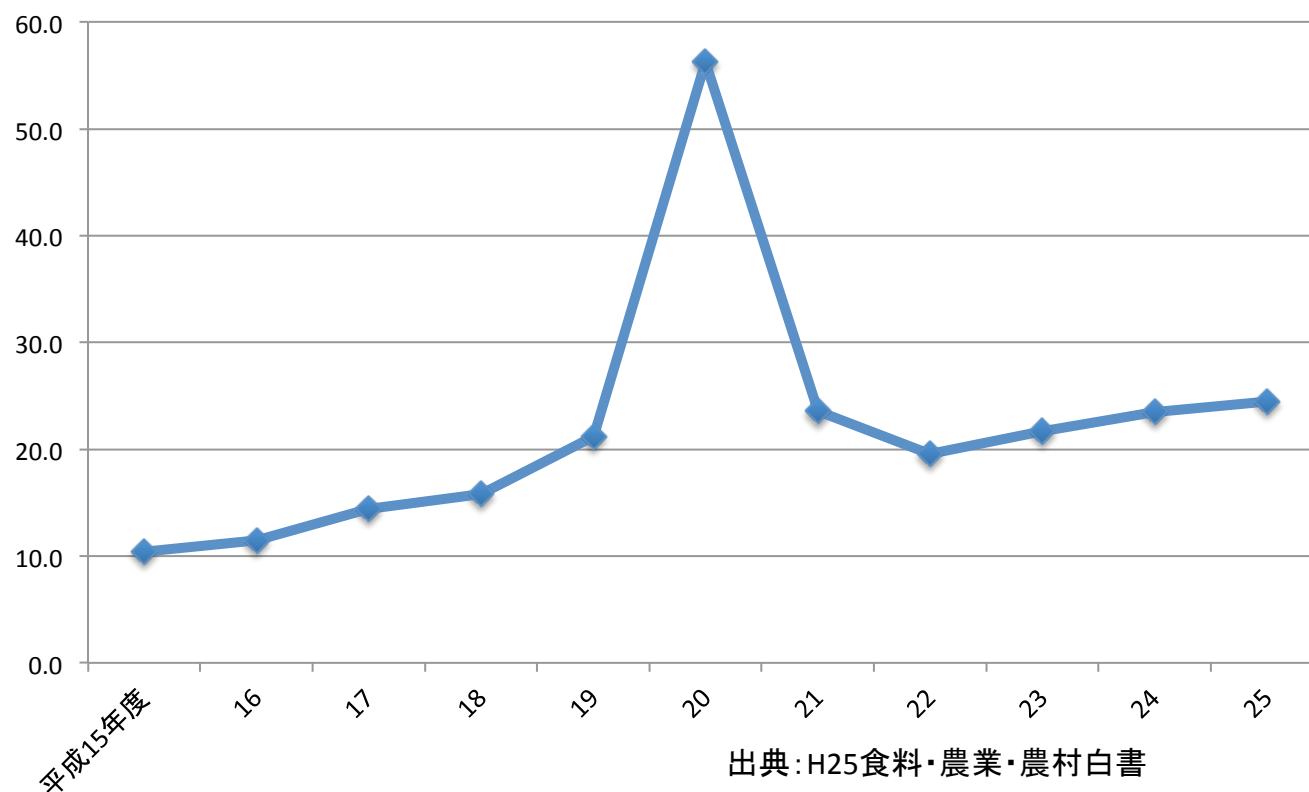


● Nitrogen Fertilizers (N total nutrients) ● Phosphate Fertilizers (P205 total nutrients)
● Potash Fertilizers (K20 total nutrients)

リン鉱石の輸入価格の推移

円/kg

リン鉱石の輸入価格の推移



2007-08年には、中国・インドの肥料需要増大とバイオ燃料需要増で、リン価格が高騰した。

現在の消費量での可採年数は約90年（基礎埋蔵量では約280年）

肥料原料競争

問われる確保戦略

④

農産物の生育に欠かせない肥料の原料を巡り、国際的な競争が白熱している。中国やインドなど新興国の食料需要の高まりを受け、各国とも肥料原料の確保確保に躍起。だが日本の動きは鈍く、世界の資源獲得競争から遅れをとっている。

「東南アジアに有望なリン鉱脈があります」。肥料原料の調達で国内首位の全国農業協同組合連合会（全農）には最近、世界中から肥料原料関連の開発案件が舞い込む。

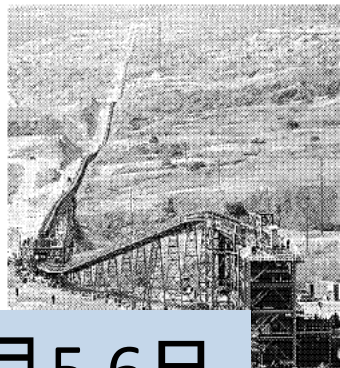
「東南アジアに有望なリン鉱脈があります」。肥料原料の調達で国内首位の全国農業協同組合連合会（全農）には最近、世界中から肥料原料関連の開発案件が舞い込む。

薄れる日本の存在感

資源大手も新興国需要に触手

窒素・リン・カリウムのうち、工業的に合成できる窒素肥料以外は鉱物資源が原料だ。原料のリン鉱石などを求めて、資源メジャーなど巨大資本が目の色を変えている。

豪英資源大手のBHP、敵対的TOB（株式公開買付け）を仕掛けた。ブラジルの資源大手ウァーレは同月、米穀物メシ



三井物産は原料確保のためペルーでリン鉱山の開発に乗り出した

肥料原料競争

問われる確保戦略

⑤

「肥料の原料を輸入に頼る日本で農業を続けられるのか」。茨城県茨城町の農家、平沢協一さん(53)は不安が消えない。2008年の肥料高騰が脳裏に焼き付いて離れないからだ。

原料の国際相場高を受け、国内の化学肥料価格は急上昇。全国農業協同組合連合会（全農）が県経済連などに出荷する化学肥料の08年7月～09年6月の価格は、07年7月より約60%高くなった。平沢さんは大手菓子会

需要減に「高値」が拍車

輸入品も拡大、業界再編を加速

料の比率は5割上昇して20%に達した。「契約価格はここ20年間変わらな

い。肥料代に圧迫されて採算は苦しい」と訴える。米価の低迷で、稲作農家は「一層重くのしかかる」（JA全農いばら

するサービスに力を入れる。「土中のカリ含有量が多いので、今年

は肥料動きが出ている。岐阜市は4月、市北部の下水処



案。肥料代を削減。国内の自治体では下水

日本経済新聞でも特集 2010年10月5,6日

ピークリンは2030年頃と予想

- その後は、生産量が減少。
- 植林とBECCSがリンの需要が増大すれば、リン価格は高騰するのでは？
 - リン需要の価格弾力性が低いと影響さらに大
- 食糧価格の上昇につながる
 - 土地利用が農地を転換するのであれば、この傾向は強まる
- 貧困層に打撃

持続可能な発展は可能か？

- ・生物多様性の減少

- ・単一早生樹林、生態系転換、肥料汚染

- ・貧困層の生活水準の低下

- ・食糧生産とのトレードオフ、肥料価格高騰

BECCSと植林が「持続可能な発展」を阻害する可能性

・BECCSによる目標達成可能性への懐疑・慎重論には、Kato and Yamagata (2014), Creutzig (2015)などがある。

問題への対応には

1. クレジットの差別化可能な枠組み

- 複数樹種林
- 耕作放棄地や荒地の活用
- アディショナルコストを上回る価格プレミアムを実現⇒インセンティブによる制御

2. リン回収の技術促進

- 日本では輸入されるリンの約1～2割に相当するリンが下水道に流入
 - 汚泥や汚泥焼却灰からの回収技術が存在
 - 途上国でのリン回収も視野に