

人間活動による損失植生の定量化

The quantification of vegetation loss for human activity

風間 聡*・沢本正樹**

By So KAZAMA and Masaki SAWAMOTO

Recently NPP distribution in Tohoku district was evaluated by Mino. This method used iNDVI data which compiled from NOAA satellite data. On the other hands, NPP is related with radiative dryness index which is obtained from yearly heat balance. Therefore NPP can be estimated from the index once more. This NPP implies no damage NPP by human activity. Therefore the difference quantity of those indices means the vegetation loss by human activity. The distribution of NPP is obtained loss in the Tohoku district and discussed it qualitatively.

Keywords: vegetation loss, human activity, NPP, iNDVI

1. はじめに

森林伐採が大気や物質循環にどのような影響を与えるかを知るには、その伐採された森林を定量的に評価する必要がある。広域の森林を観測するのに人工衛星データが有効であることは、熱帯雨林での例が証明をしている。しかし、これらはすべて定性的な評価のため、数値計算での境界条件、開発計画への評価等への応用がしにくいものとなっている。美濃ら¹⁾は、NOAA衛星の年間NDVI (Normalized Difference Vegetation Index: 植生指標) 積算値iNDVIを用い、4種類の地覆においてNPP (Net Primary Production: 純一次生産量) を推定し、分布データを作成した(図-1)。また、NPPはその土地の気候状態と関係が深く、Budykoが示した放射乾燥度とよい相関があることが知られている。そこで、この両方法から求めたNPPの差から、森林伐採が大きく進行した日本を例に取り、その損失量の定量化を目標とする(図-2)。

2. 放射乾燥度

NPPは、緑色植物の有機物全生産量から呼吸の分を引いたものと定義されている。また、NPPはその土地での熱、水環境によって決定されると言われる。これは豊かな水と熱が十分にあれば巨大な森林が出来るし、水や熱が少なければ、弱小な樹木が育つことから考えられている。

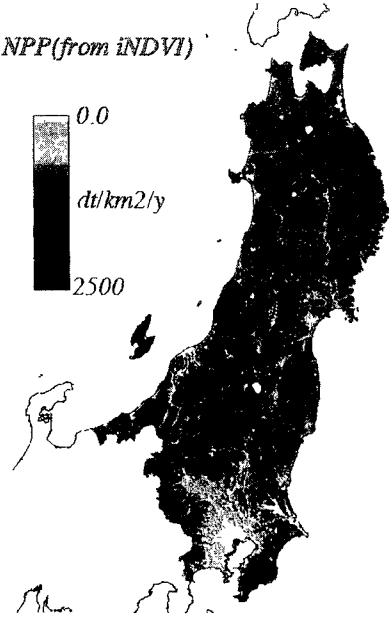
* 正会員 博(工) 筑波大学講師 構造工学系
(〒305 つくば市天王台1-1-1)

** 正会員 工 博 東北大学教授 工学部土木工学科
(〒980-77 仙台市青葉区荒巻字青葉)

そこで、Budyko²⁾はNPPと相関が高いと考えられる指数として、放射乾燥度を考えた。これは、式(1)で表され、Budyko Indexとも呼ばれ、気候区分にも利用される。

$$BI = \frac{Rn}{lP} \tag{1}$$

ここで、BIは放射乾燥度、Rnは純放射量（W/m²），*l*は水の気化潜熱（J/m³），Pは年間降水量（普通、mmで表示するがSI単位系で表すならm/sとなる）。問題になるのはRnである。年純放射を測定している箇所が極端



図－１ １９８９年NPP分布図

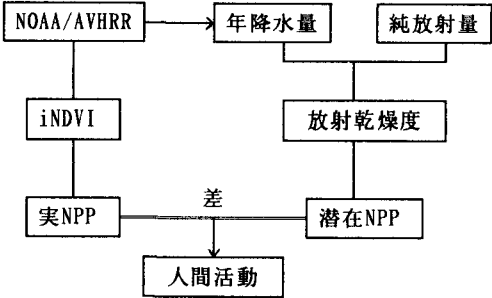
高山域の頂上付近で、0.3の値を一部示している。東北地方の高山域は降水量の割合が多いためこのような値となるが、ツンドラ付近の気候帯と似ているわけではない。会津盆地や郡山周辺では1.0に近い0.8以上の値を示している。郡山周辺は過去から水不足に悩まされた荒地であり、そのため明治12年（1879年）に猪苗代湖からの水を引く安積疎水が施行された地域である。広く見ると、東西を高い山地で囲まれた盆地は、乾燥気味である。これは日本の季節風が東西に吹き、夏冬とも両側の山地により水分が遮断され降水量が少なくなるためである。また、日本海側は太平洋側より湿潤しているが、これは豊富な積雪量が涵養しているためである。放射乾燥度は本来、全球規模での気候区分に用いられたが、このような小さなスケールにおいても気候状態を表せることがわかる。

3. 放射乾燥度からのNPP推定

ここで、ほぼ自然の形が良く残っていると考えられる山形や秋田の山地域で求められた美濃のNPPと放射乾燥度をフィッティングし、おおよそ関数の形を決めると指数型になる。得られた関数の境界値を、原点と放射乾燥度0.46で最大値NPP=2000、放射乾燥度1.0で最大値NPP=800とすると以下のような関数が得られる。

$$NPPc = a(BI)^b e^{-c(BI)} \tag{2}$$

ここで、NPPcは放射乾燥度から得られるNPP、BIは放射乾燥度、a,b,cは係数である。係数は、BI<0.46の時、



図－２ 研究流れ図

に少ないために、広域にわたって正確に求めるのが困難なのである。そこで、本研究では、同じくBudykoが示した世界の純放射等値線図から補間を行い、分布データを作成した。また、降水分布は風間ら³⁾が示した降雪補正を施した1989年の降水分布データを用いた。図－3に放射乾燥度の分布図を示す。一般に放射乾燥度の気候区分指標では、0～0.33までがツンドラ、0.33～1.0までが森林、1.0～2.0が草原、2.0～3.0までが半砂漠となっている。森林域では0.45付近で最大の植生活性を示す。東北地方の場合、高

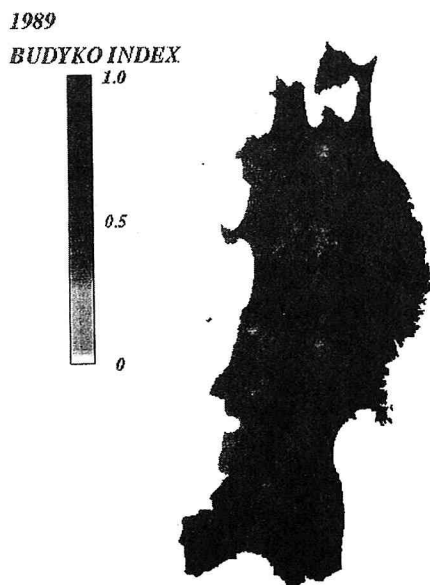


図-3 放射乾燥度

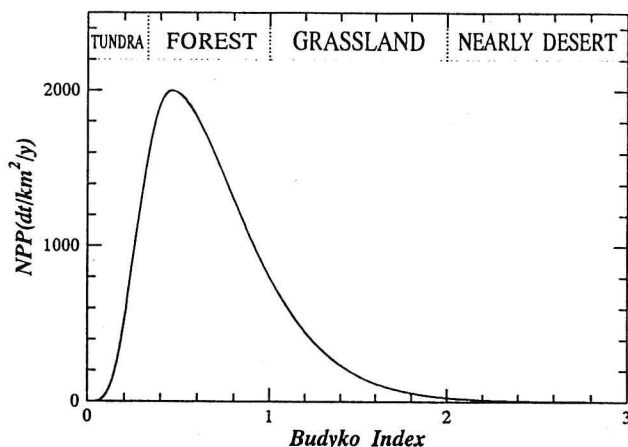


図-4 放射乾燥度とNPP関係関数

(a, b, c) = (14.4 × 10⁶, 5.0, 10.87), BI ≥ 0.46, (a, b, c) = (1.20 × 10⁵, 2.3, 5.0)となっている。得られた関数を図-4に示す。ここでは放射乾燥度1.0以上も表わしているが、関数は日本国内を考えているため、1.0以上の推定は別に考えなければならない。

この関数を用いればBIが1.0より小さい場合、放射乾燥度からNPPを推定することが出来る。この方法で得られたNPPはその場所での水文特性に依存するものであり、言い替えれば本来あるべき植生のNPP、人間の手が入らなければあるべき（潜在植生）NPPとなる。

4. 損失植生分布

潜在植生のNPPと美濃が得たNPPの差をみると損失した植生量がNPPによって評価される。図-5に損失した植生NPPの分布図を表わす。人口の多い都市域において損失の度合いが大きいことが良く分かる。また、マストランジットが存在する線に沿って損失が目立つことも分かる。これらから損失植生のほとんどが人間活動によることが理解される。また、北上山地の牧場開発による損失や開墾による減少も見取れる。本来湖で、全く生産がないはずの大潟村では減少分が抑えられる結果が見えて興味深い。広く眺めると日本海側で多くの自然が残り、太平洋側では損失が大きいことが分かる。これらは一概に人口の大小だけでなく、土地の起伏にも影響が見られるようである。しかし、こうして見ると東北地方の自然はまだまだよく残っているものと考えられ、開発の波から生き残ったことがうかがえる。

今回の放射乾燥度は1989年のデータを用いたため、その年の降水状況に依存することになる。今後は純放射の分布推定と並んで、降水分布データの長期平均化をなさなければならない。

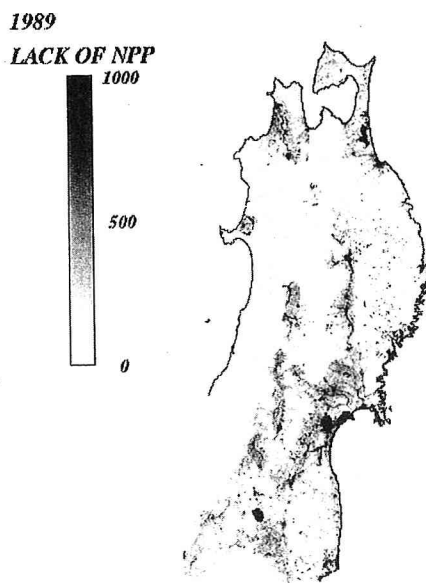


図-5 損失植生図

5. おわりに

今回は、水文学的アプローチから求めるNPPとNOAA衛星から求めたNPPの差から損失NPPの推定を行った。その結果、人間活動による損失が顕著であることが再確認されたが、NPPという定量指標で表すことが出来た。今後は、この損失量は人間活動の何の因子によるものかを探っていく必要がある。そうすることで、開発計画においての評価予測が可能になると考えられる。

謝辞：本研究で用いられているNOAAデータは東北大学と東北電力の共同研究の一環として受信したものである。また、地上解析用データベースは東北大学理学部大気海洋変動観測センターによるものである。なお、本研究にあたり、文部省科学研究費補助金（特別研究員奨励費）および河川情報センター研究開発助成の補助を得た。また、公表にあたり小川基金の援助を受けた。ここに併せて謝意を表します。

参考文献

- (1)美濃憲, 風間聡, 沢本正樹：国土数値情報を利用した東日本におけるiNDVIによるNPPの評価, 水工学論文集, 第38巻, pp. 771-776, 1994.
- (2)M. Budyko (内島善兵衛・岩切敏訳)：生命と気候, 東京大学出版会, 246pp., 1973.
- (3)村井俊治・宮脇昭・柴崎亮介：リモートセンシングからみた地球環境の保全と開発, 東京大学出版会, 199pp., 1995.
- (4)風間聡・多田毅・沢本正樹：衛星データを用いた東北地方の年水収支解析, 水工学論文集, 第40巻, 1996. (投稿中)