# トワイライト景観の地域性-西天北地域の活性化を目指して-

申請中 筑波大学 \*幸坂 麻琴 KOSAKA Makoto 01111251 立正大学 小林 隆史 KOBAYASHI Takafumi 01009480 筑波大学 大澤 義明 OHSAWA Yoshiaki

# 1. はじめに

夕日・トワイライトは有史以前から変わらない 地域性を端的に示す資産といえる.本稿では、北 海道西天北地域が夕日・トワイライトの観測条件 に優れる稀有な地域であることを示すことで、当 該地域の地方創生に貢献したい[1].

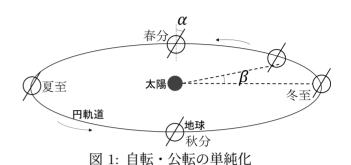
## 2. モデル

地域性の情報共有を容易にするために厳密な計算 [2] を避けて論を進める。地球を単位球体,公転軌道を円と仮定し,地球が地軸  $23.4^\circ$  で自転しながら地球が太陽の周りを公転する状況を想定する:図 1 参照.公転による地球の位置を角度  $\beta$  で示す.太陽光源ベクトルと地軸ベクトルとがなす角度を  $\alpha$  とすると,地球の位置  $\beta(0 \le \beta \le \pi)$  と角度  $\alpha(-23.4\pi/180) \le \alpha \le 23.4\pi/180)$  とは一対一対応する.そこで,公転による地球の位置をパラメータ  $\alpha$  で表す.また,同一緯度では天球面上での一日の太陽の動きは同じなので,地表観測点(緯度  $\phi$ ,経度  $\lambda$ )の自転の位置は経度  $\lambda$  で表せる.以上より,時刻を経度  $\lambda$ 、で,四季を  $\alpha$  でパラメータ表示し,緯度別に太陽位置を特定する.

原点を地球中心とすると地表観測点での平面の 法線ベクトルは  $(\cos\phi\cos\lambda,\cos\phi\sin\lambda,\sin\phi)$  となる. 太陽光源ベクトルを  $(\cos\alpha,0,\sin\alpha)$  と表現すると,太陽高度  $\mu$  は地表面から太陽方向を見る太陽光源ベクトルと地表平面が成す角であるから,両ベクトルの内積から次式を得る:

$$\sin \mu = \cos \lambda \cos \alpha \cos \phi + \sin \alpha \sin \phi. \tag{1}$$

なお、春分の日(秋分の日)で説明すると、春分の日の地球と太陽の位置関係は地軸の影響が現れない  $\alpha=0$  の状況に対応する.  $\lambda=0$  が南中時となるため、経度差を正午との時刻差に置き換えて考えることができる.



# **. トワイライト時間**

トワイライト時間とは太陽が地平面に沈んだ直後の時間帯であり、太陽高度から定義されている [3]. 本稿では、太陽高度が $0^\circ$ から $\tau$ (<0)までの間に起こる現象とする.よって式(1)から、トワイライトとなる太陽高度の下限 $\tau$ となる時の経度 $\lambda$ が割り出せ、トワイライトの継続時間は次の通り表せる:

$$-\tan\alpha\tan\phi \le \cos\lambda \le \frac{\sin\tau}{\cos\alpha\cos\phi} - \tan\alpha\tan\phi.$$
 (2)

トワイライトとなる太陽高度の下限を  $\tau$  =  $-\pi/12$  としたとき、昼夜が等しくなる春分・秋分 について、式(2)の $\lambda$ を $12/\pi$ 倍し時刻へ変換した トワイライト時間帯は図2のようになる. 横軸が 赤道を中心としたときの観測地の緯度 $\phi$ ,縦軸が 正午を中心としたときのトワイライト、昼、夜の 時間帯である. 地軸の影響を加味することで, 夏 至  $(\alpha = -23.4^{\circ})$  と、春分の日と夏至との間に位 置する季節の状況を、それぞれ、図3及び図4に 示すことができる. 緯度の影響はもとより、北半 球及び南半球での差異を理解できる. なお、トワ イライトの逆の現象として逆光 [4] がある. 逆光と なる太陽高度の上限を  $\tau = \pi/12$  としたときの結 果も、これら図に示す。図2~図4から、トワイラ イトの継続時間は高緯度になるほど長くなること が読み取れる.

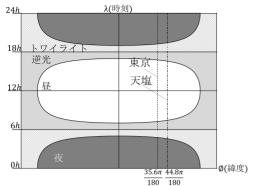


図 2: 緯度別トワイライト時間帯(春分・秋分)

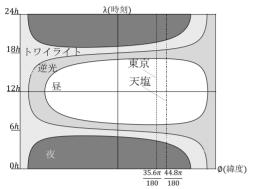


図 3: 緯度別トワイライト時間帯 (春分と夏至の間)

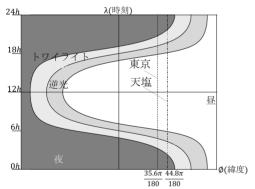


図 4: 緯度別トワイライト時間帯 (夏至)

## 4. 西天北地域の活性化

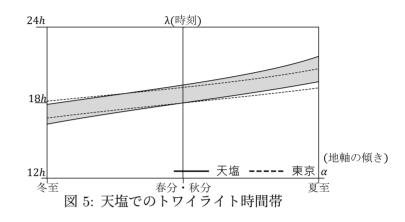
西天北地域は北海道日本海側沿岸地域に位置する.西天北地域北端の天塩町での季節別のトワイライト時間は図5のようになる.東京と比較してトワイライトの終了時刻は遅く,東京からの来訪者は非日常時間帯でのトワイライトを享受できる.

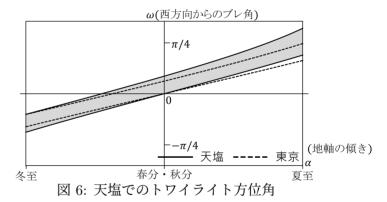
また北海道の街並みは近代開拓の名残から,広幅員道路が格子状の道路網として広がる. 高層建物や工作物が少ないため,街中から夕日・トワイライトを楽しむのに有利な条件が揃っている. 式(1)から,トワイライトでの太陽の方位角(西方向

からのブレ角) $\omega$ は

$$\cos \omega = \frac{\cos \alpha}{\cos \tau} \sqrt{1 - \left(\frac{\sin \tau}{\cos \alpha \cos \phi} - \tan \alpha \tan \phi\right)}. (3)$$

式(3)を図示すると、図6のようになる. 図から、トワイライトの方位角の範囲が東京より広く、町内の多くの場所でトワイライト景観を堪能できると推察できる.





#### 5. おわりに

西天北地域では人口流出や高齢化,既存インフラの劣化が進み財政支出が膨らむ.本稿では,自然現象であるトワイライト景観が西天北地域で稀有な地域資産であることを示した.なお,本研究は北海道天塩町との共同研究の一環で実施した.

### 参考文献

- [1] 渋谷敬一,小林隆史,大澤義明 (2004):都市夜景の俯瞰 景に関する計量分析 - 函館市を対象として - . 都市計画論 文集,39,pp.187–192.
- [2] 長沢工 (1999): 日の出・日の入りの計算. 地人書館.
- [3] 佐藤明達 (2008): 秋の日はつるべ落とし(III), 天文教育, 20(1), pp.42-44.
- [4] 高原勇,大澤義明,湊信乃介 (2016):矩形都市移動時に おける太陽光逆光割合. G I S - 理論と応用,24 (2), pp.105-114.