

スイングヤーダにおける木寄せ造材費の算定法

大川畠修・田中利美（森林総研）

I はじめに

路網に近い立木は伐倒すると路網に到達する。伐倒木が路網に到達しうる距離を伐倒到達距離 K_B （m）とする。路網からの距離が K_B 以下の区域を伐倒到達区域とする。集材機集材等、材を土場に集める集材法では、伐倒到達区域を考慮する必要性は少ないが、スイングヤーダ木寄せ等、材を路網に集める集材法では、路網密度が高い場合には伐倒到達区域の面積率は高くなり、木寄せ費等の算定に当たっては、この区域を考慮して算定を行うことが適切である。本稿では伐倒到達区域を考慮した木寄せ造材費の算定法及びその計算例について述べる。

II モデルの設定及び計算法

図-1はフォワード道等の路網と木寄せ区を示したものである。図において L （m）は木寄せ区長、 W （m）は木寄せ区幅である。図のABCDで囲まれた区域を区域1、DCEFで囲まれた区域を区域2とする。区域1は伐倒到達区域である。区域2は木寄せを行う区域で木寄せ区域とする。木寄せ造材作業においては、まず、区域1の伐倒木をプロセッサで造材、フォワードで搬出し、次に、区域2の伐倒木のスイングヤーダ木寄せ、プロセッサ造材、フォワード搬出を行うこととする。

1. 到達距離と木寄せ造材費 路網から木寄せ区域内のある地点までの到達距離を K （m）とする。

(1) $0 \leq K \leq K_B$ のとき

m^3 当たりの造材費を C_P （円/ m^3 ）とする。区域1においては木寄せ作業は不要なため、区域1の m^3 当たりの木寄せ造材費を Y_1 （円/ m^3 ）とすると、以下のようになる。

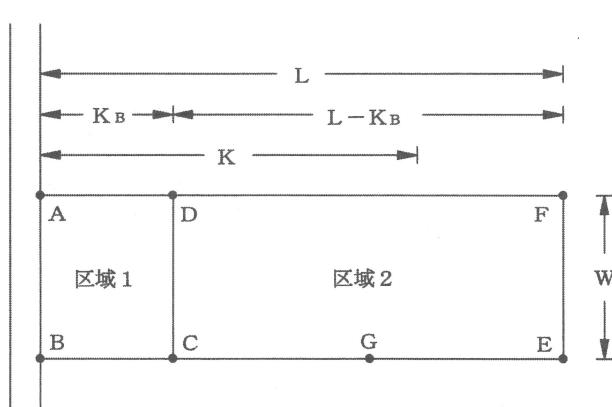


図-1 路網と木寄せ区

$$Y_1 = C_P \quad \dots\dots (1)$$

(2) $K_B < K$ のとき

区域2の m^3 当たりの木寄せ造材費を Y_2 （円/ m^3 ）とし、以下のように表す。

$$Y_2 = a_1 \cdot K + b_1 \quad \dots\dots (2)$$

ただし、 a_1 ： m^3 当たりの木寄せ造材費の変動費の係数（円/ $m^3 \cdot m$ ）、 b_1 ： m^3 当たりの木寄せ造材費の固定費（円/ m^3 ）

図-2は K と Y_1 、 Y_2 との関係を示したものである。 Y_1 と Y_2 とは不連続となっており

$$b_1 > C_P \quad \dots\dots (3)$$

となる。図-1のGはCEの中点で、BG間の距離を K_A （m）とする。 K_A は区域2の平均木寄せ距離で

$$K_A = (L + K_B) / 2 \quad \dots\dots (4)$$

となる。区域2の m^3 当たりの平均木寄せ造材費を Y_{2H} （円/ m^3 ）とすると、(2)、(4)式から

$$Y_{2H} = 0.5a_1 \cdot L + b_1 + 0.5a_1 \cdot K_B \quad \dots\dots (5)$$

となる。

区域1と区域2との面積比率は $K_B : (L - K_B)$ で、区域1、区域2の m^3 当たりの平均木寄せ造材費 Y_3 （円/ m^3 ）は以下のようなになる。

$$Y_3 = [Y_1 \cdot K_B + Y_{2H} \cdot (L - K_B)] / L \quad \dots\dots (6)$$

この式に(1)、(5)式を代入して次式を得る。

$$Y_3 = 0.5a_1 \cdot L + b_1 + [C_P \cdot K_B - (0.5a_1 \cdot K_B + b_1)K_B] / L \quad \dots\dots (7)$$

2. 架線架設撤去費 ha当たりの収穫材積を V_1 （ m^3/ha ）とすると、 m^2 当たりの収穫材積 V_2 （ m^3/m^2 ）は

$$V_2 = V_1 / 10,000 \quad \dots\dots (8)$$

となり、木寄せ区における収穫材積 V_3 （ m^3 ）は

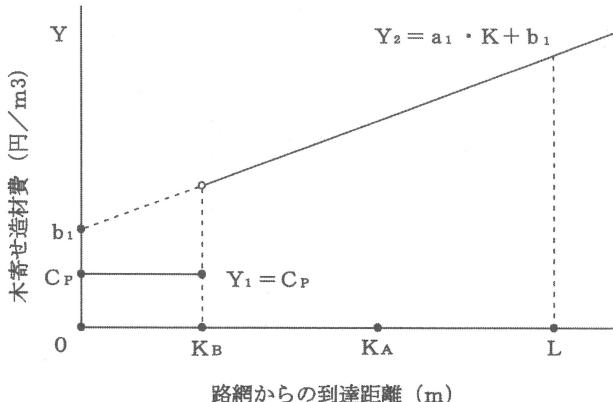


図-2 路網からの到達距離と木寄せ造材費

$$V_3 = V_2 \cdot L \cdot W \quad \dots \dots (9)$$

となる。スイングヤーダの架線架設撤去費 Y_4 (円/m³) を以下で表す。

$$Y_4 = a_2 \cdot L + b_2 \quad \dots \dots (10)$$

ただし、 a_2 ：架線架設撤去費の変動費の係数 (円/m³・m), b_2 ：架線架設撤去費の固定費 (円/m³) m^3 当たりの架線架設撤去費を Y_5 (円/m³) とすると、 Y_5 は(9), (10)式から以下のようになる。

$$Y_5 = a_2 / (V_2 \cdot W) + b_2 / (V_2 \cdot W \cdot L) \quad \dots \dots (11)$$

3. 搬出造材費 m^3 当たりの木寄せ造材費と架線架設撤去費の合計額を搬出造材費 Y_6 (円/m³) とすると、 Y_6 は(7), (11)式から以下のようになる。

$$Y_6 = A_1 \cdot L + A_2 + A_3 / L \quad \dots \dots (12)$$

ただし、 $A_1 = 0.5a_1$ $\dots \dots (13)$

$$A_2 = b_1 + a_2 / (V_2 \cdot W) \quad \dots \dots (14)$$

$$A_3 = b_2 / (V_2 \cdot W) + C_p \cdot K_B - (0.5a_1 \cdot K_B + b_1) K_B \quad \dots \dots (15)$$

伐倒到達区域を考慮しない場合、すなわち、すべての材を木寄せする場合の搬出造材費を Y_7 (円/m³) とすると、 Y_7 は(12)～(15)式において K_B をゼロとし、以下のようになる。

$$Y_7 = 0.5a_1 \cdot L + b_1 + a_2 / (V_2 \cdot W) + b_2 / (V_2 \cdot W \cdot L) \quad \dots \dots (16)$$

III 計算例

ここで、木寄せ区長に応じた搬出造材費の計算例を示す。計算に当たって適用する数値は表-1のとおりである。

計算の結果は図-3に示すとおりである。図の費用1は(12)式を用いたもので、費用2は(16)式を用いたものである。費用1では木寄せ区長が K_B のときに費用が急増している。木寄せ区長が K_B 以下のときには架線の架設は行わず、木寄せ区長が K_B を超えるのときには架線の架設を行うこととしたため、架線架設撤去費の費用の

増加があったことによるものである。木寄せ区長が増加していくと費用1は以下の直線に漸近していく。

$$Y_8 = 0.5a_1 \cdot L + b_1 + a_2 / (V_2 \cdot W) \quad \dots \dots (17)$$

この直線は(12)式の第3項を除去したものである。費用2には最小値が存在する。これは、木寄せ区長が大きな値から小さくなると出材材積は少くなり、 m^3 当たりの架線架設撤去費が大きくなることによるものである。費用2も木寄せ区長が大きくなるにしたがって、(17)式の直線に漸近していく。木寄せ区長が短い例として、木寄せ区長が25mのとき、費用2は1,686円/m³、費用1は1,149円/m³で、費用1は費用2の68.1%となる。

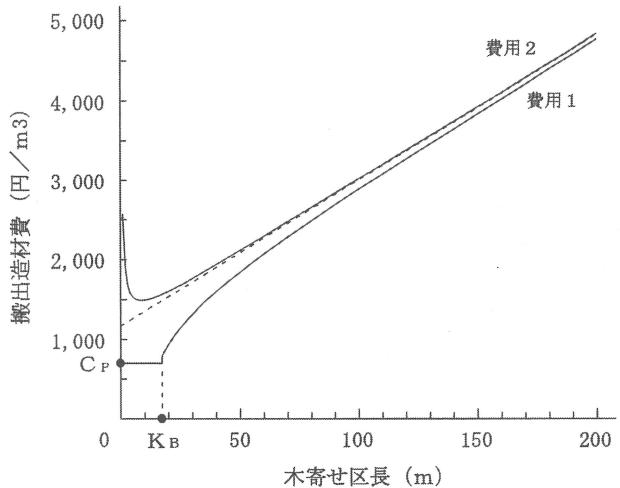


図-3 木寄せ区長と搬出造材費

表-1 適用数値

記号	内 容	単 位	適用数値
K_B	伐倒到達距離	m	17.3
W	木寄せ区幅	m	20
C_p	m^3 当たりの造材費	円/m ³	700
V_1	ha当たりの収穫材積	m^3/ha	387.3
V_2	m^2 当たりの収穫材積	m^3/m^2	0.03873
a_1	m^3 当たりの木寄せ造材費の変動費の係数	円/m ³ ・m	36.514
b_1	m^3 当たりの木寄せ造材費の固定費	円/m ³	1,161
a_2	架線架設撤去費の変動費の係数	円/m	10.515
b_2	架線架設撤去費の固定費	円	1,067