

3 環状列石構築に費やされた作業量について ～野村遺跡をモデルとしての一試論～

(1) はじめに

環状列石の研究は形態や埋葬施設の有無などに比重がおかれ、従来からその用途は墓地（水野1984、斎藤1985他）あるいは祭祀（大場1946、江坂1982他）に関わる施設と考えられ、二者択一的に論じられることが多かった。しかし、仮に墓であることが確かめられても、儀礼が行われた可能性は否定できず、また物的資料から実証困難である祭祀行為、それ自体を環状列石の用途として積極解釈することはできず、両者を本来同レベルで比較することはできない。いずれにしても直接に生業活動に関わりを持たない、抽象的性格の強い施設の意味を考察するには、あらかじめ具体的な情報を最大限引き出しておくことが重要である。そこで環状列石に使われた石の数・重量・運搬距離などからこの施設を造るのに必要な作業量を基礎資料として推定し、縄文時代の社会規模や土木的力量について考えてみたい。

(2) 量としての環状列石

作業量の推定にあたり、環状列石の単位が明確であり、かつ列石に用いられた個々の石の重量が計測されているか、または平図面から石の大きさが推定可能な本遺跡を含めた次の5遺跡—群馬県安中市野村遺跡、群馬県藤岡市中栗須滝川II遺跡、青森県青森市小牧野遺跡（青森市教育委員会1996）、北海道知内町湯の里5遺跡（北海道埋蔵文化財センター1985）、北海道斜里町オクシベツ川遺跡（斜里町教育委員会1980）—を分析対象とした。

① 作業時間

ア 各遺跡で環状列石に用いられた石の重量を求める。

重量を算出する際に湯の里5遺跡は報告書の配石計測値一覧表を、オクシベツ川遺跡は報告書のJ-27遺構（環状列石）出土礫計測表を、中栗須滝川II遺跡は石を計測した未発表資料を藤岡市教育委員会から借用し、それを利用した。小牧野遺跡については記載がないため、野村環状列石に用いられた石の、縦、横、高さ、及び重量を計測してそれらの相関係数を求め（図1、図2）、それをもとに小牧野遺跡の実測図から起こした各石の縦と横の数値から重量を推定した。石質の違いにより比重が異なることが予想されるが、小牧野遺跡と野村遺跡の石質の大部分が安山岩（小牧野遺跡92%、野村遺跡84%）であり（図3）、大きな違いはないと判断した。

各遺跡に用いられた石の平均重量は4kgから15kgの範囲であり、かつ石の半数以上はどの遺跡も20kg以下であり、一人でも十分に運べる石が多い（図4、表1）。一方で中栗須滝川II遺跡を除くと各環状列石の石の最大重量は50kgを超え、中には小牧野遺跡のように推定重量が500kgに近い

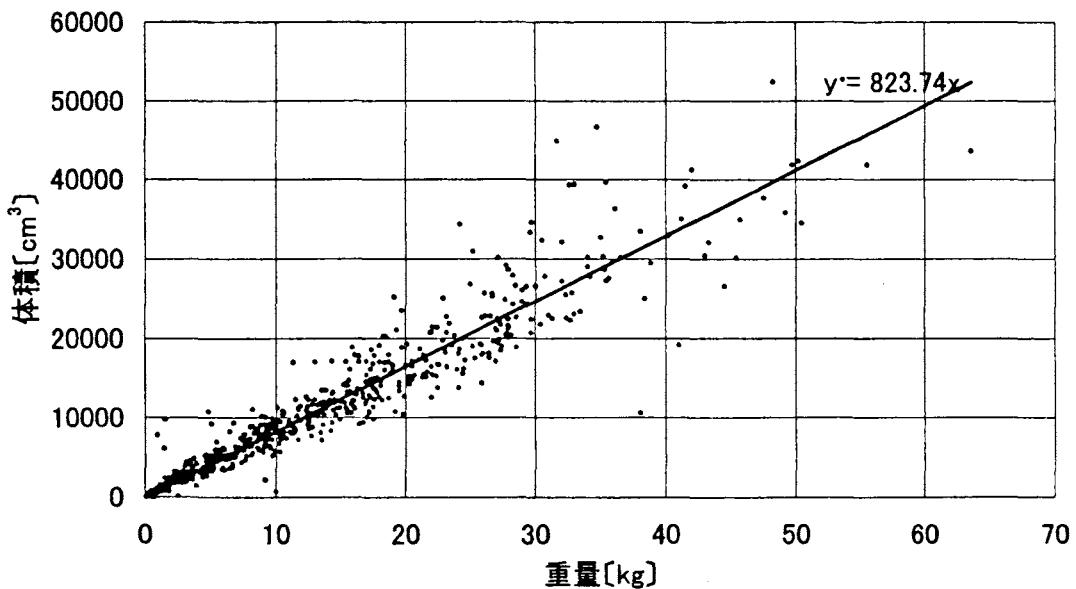


図1 野村環状列石における石の体積と重量

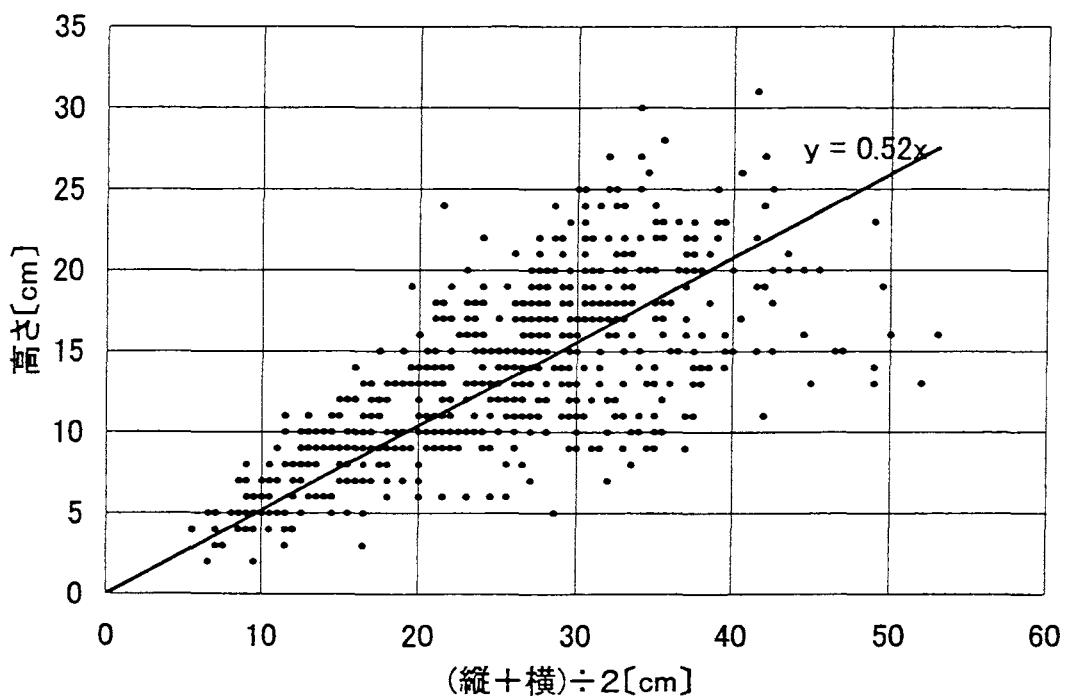


図2 野村環状列石における石の縦・横の平均と高さの関係

巨石も計測し、様々な大きさの石が用いられていることがわかる。

イ 遺跡と河原までの水平距離と標高差を地形図から求め、斜面距離と傾斜角を計算する
(図5)。

各遺跡で用いられた石材は大半が河原石であり、遺跡から最寄りの河原で入手できるものである。このことから石材の入手地経路として遺跡から河原までの最短距離を設定した。地形図には野村遺跡 1/2500、小牧野遺跡 1/10000、湯の里 5 遺跡、中栗須滝川 II 遺跡 1/250000 を用いて遺跡から河原までの水平距離と標高差を測り、斜距離と傾斜角を算出した(表2)。オクシベツ川遺跡は遺跡内に川が流れているため、列石と河原までの水平距離を10m、標高差を0mとした。

ウ 河原から遺跡まで石の運搬を想定しての歩行実験を行ない、傾斜角の違いによる歩行速度の変化をみる。

実験では「しょい子」を運搬具として用い、一定の負荷(10kg)を与え、5度間隔で上りの傾斜での歩く速度の変化を調べた(図6)。下りでの、負荷なしで河原まで下る歩行速度は上りの1.3倍で統一して計算した。その結果、25度の勾配では平坦の道を歩く1/2の速度に落ちることがわかり、また、平坦である傾斜角0度の道のりでは10kg程度の負荷の有無にかかわらず歩く速さは一定であった。

エ 斜面距離と歩行速度をもとに遺跡と河原まで一往復に要する時間求め、往復回数をかけて作業時間を求める。

環状列石の石運搬の作業時間を推定する式は

$$\text{作業時間} = \text{遺跡と河原との往復時間} \times (\text{環状列石の総重量} \div \text{1回に運ぶ重量})$$

と考えた。往復時間とは遺跡～河原間の上りと下りの時間の和であり、1回に運ぶ重量は歩行実験で用いた10kgとした。

作業時間は1時間から750時間までの広範囲に及んだが(表3)、この結果から環状列石を造るのに費やされた作業時間を、ある程度具体的な量として把握することができる。これは仮に一人で1日8時間の作業を連日行なうとすると、湯の里5遺跡は約1日、野村遺跡は約1ヶ月、小牧野遺跡は約2ヶ月、中栗須滝川II遺跡は約3ヶ月程度の作業と推定できる。

② 投下されたエネルギー量

環状列石に使われた石の運搬に必要とするおおよその作業時間は検討がついたが、仮に歩行時に同じ荷物を持っていたとしても傾斜角が異なれば、歩行速度が変化するように体にかかる負担、つまり、作業強度は異なるはずである。石の運搬作業をもし現代で行なうとしたらその運動量は荷物を背負ったハイキングや山登りに相当すると思われる。そこで金沢大学の調査班によって行われた登山に必要なエネルギー量を推定した実験(表4)を、石の運搬作業に見立て(池田1952を勝田1972から転用)、必要とする運動エネルギー量を推定したい。この実験は登山の全経過を呼

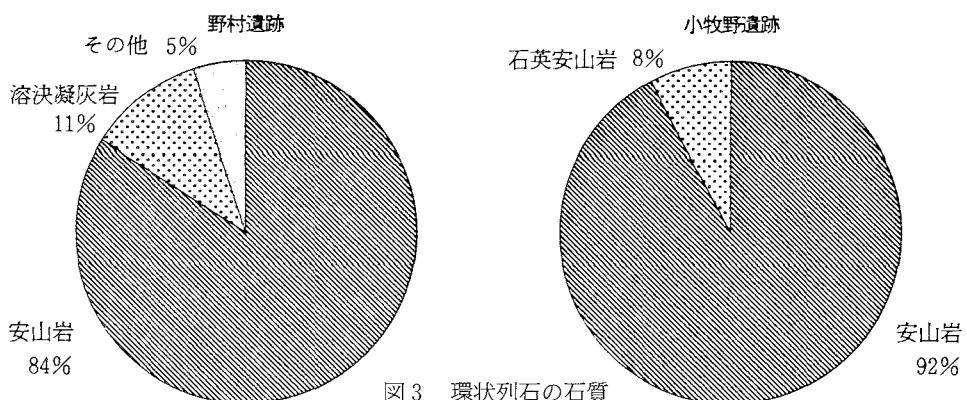


図3 環状列石の石質

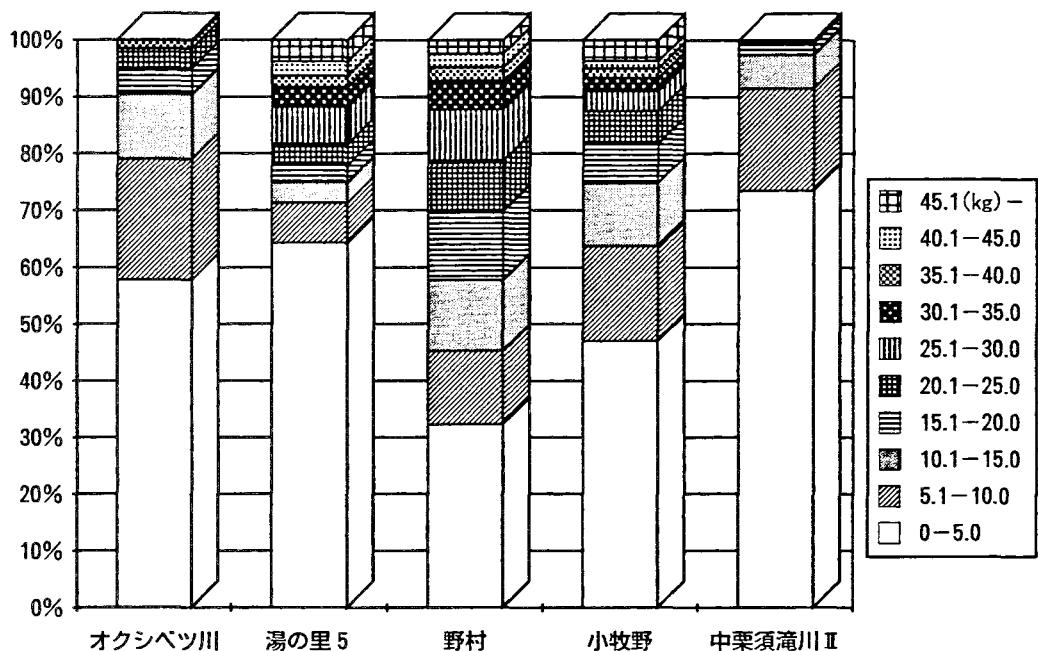


図4 環状列石に使用された石の重量別グラフ

表1 環状列石の計測データ

	個数	最大(kg)	最小(kg)	平均重量(kg)	総重量(kg)
オクシベツ川遺跡	249	55.4	0.1	6.9	1657.3
湯の里 5 遺跡	169	79.0	0.1以下	10.4	1747.3
野村遺跡	1573	92.6	0.1	14.5	22747
小牧野遺跡	2277	493.4	0.1以下	11.8	26788
中栗須滝川 II 遺跡	2580	38.0	0.1以下	4.0	10006.2

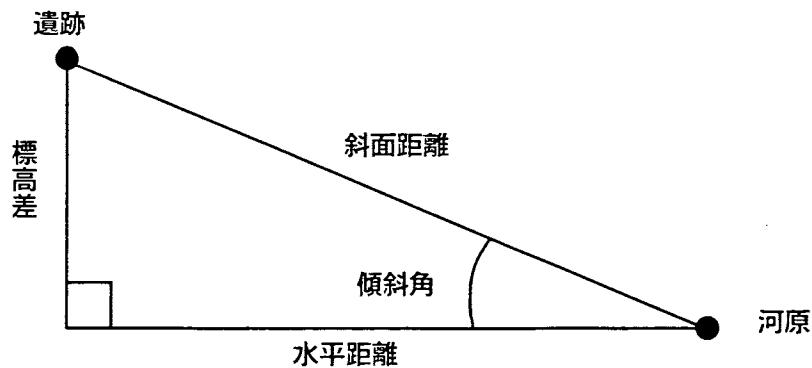
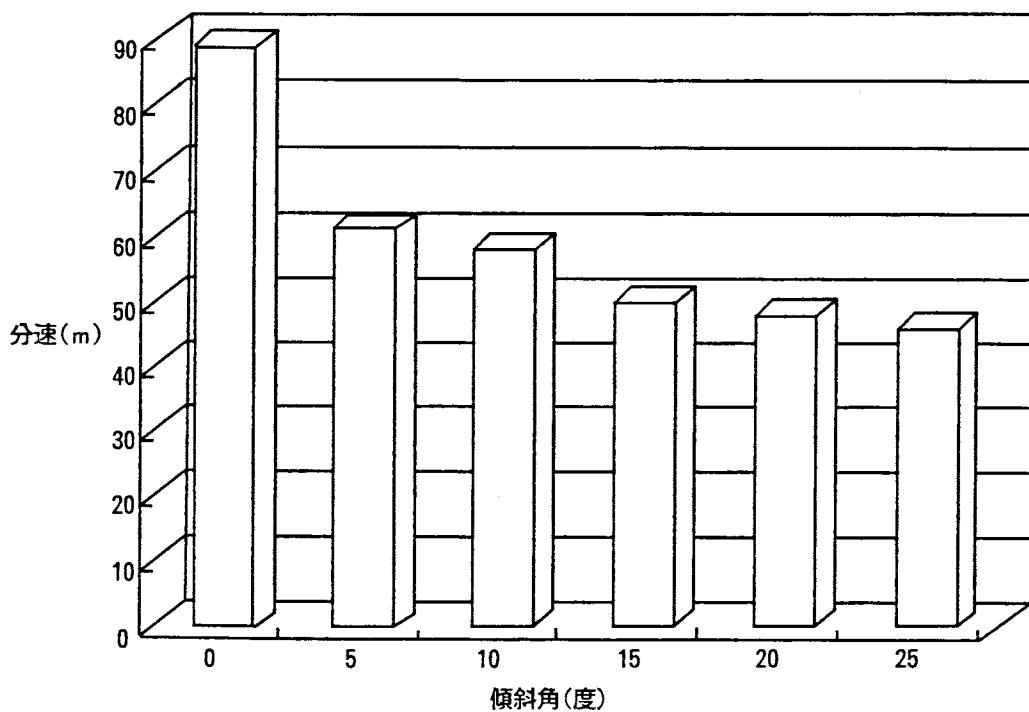


図5 遺跡と河原との位置モデル

表2 遺跡と河原との関係

	水平距離(m)	標高差(m)	傾斜角(度)	斜面距離(m)
オクシベツ川遺跡	10	0	0	10
湯の里5遺跡	50	25	26	56
野村遺跡	250	40	9	253
小牧野遺跡	300	80	15	311
中栗須滝川II遺跡	2000	7	0	2000



吸ガス代謝法¹⁾ その他の実験によって計測(実測)しており、携行した荷物の重量(負荷)が記載されていないので仮に10kg程度と考えた。

表4から傾斜角4度～10度の角度における歩行距離(斜面距離)と運動熱量(kcal)との関係を知ることができ、分析対象とする遺跡のうち傾斜角9度の野村遺跡のみがこの範囲に該当し、これを傾斜角10度の白山での実験結果と対応させる。そして、すでに求めてある遺跡～河原間の傾斜角と歩行距離(斜面距離)から、環状列石構築に費やされた運動量(kcal)を推定した(表5)。

野村遺跡での石運搬に投下された熱量は約95000kcalと推定でき、これは現代の成人した日本人が必要とする1日のエネルギー所要量の平均を約2200kcal²⁾とすると、43人/日分のエネルギー量に相当する。また可食部100gあたり、クリで156kcal、トチの実で365kcalの熱量を持っているので(菅原1997)、クリで61kg、トチの実で26kgに相当する。また野村遺跡の推定作業時間が293時間であることから、石の運搬の作業には、毎時323kcalのエネルギーを消費し、これはエアロビックダンスの一時間あたりのエネルギー消費量に等しい³⁾。

さらにオクシベツ川遺跡や中栗須滝川II遺跡のように傾斜角0度、つまり平らな面での作業が想定される場合もある。これを平坦地でのハイキングの運動量263kcal/時とみると、オクシベツ川遺跡はクリ100g、中栗須滝川II遺跡クリで126kg、トチの実では54kgの熱量に相当する。

表5から3遺跡のみではあるが、投下熱量の点で作業時間には現れない作業強度の比較を試みることができる。平坦な運搬作業であるオクシベツ川遺跡と中栗須滝川II遺跡において、角度の違いによる歩行エネルギーの差は認められないので、作業時間の差がそのまま投下熱量に反映する。一方、角度10度で323kcal/時消費するのに対し、ハイキング(平坦)では263kcal/時の熱量を消費するので、勾配によるエネルギー量の差は一時間あたり60kcalとなる。その結果作業時間において、中栗須滝川II遺跡は野村遺跡の2.6倍であったのが投下熱量では2.1倍にまで減少しており、傾斜があると単位時間当たりに体にかかる負担が大きくなることがわかる。

③ 石運搬の仕事量

石の運搬作業とは、そりなどを用いた力学的に石を河原から遺跡までの斜面を滑りあげる仕事ともみることもできる。そこで、土木工学的視点から八戸工業大学の諸戸靖史が提案した、石運搬の労力を推定する以下の略式を用いて仕事量を計算した(諸戸1996)(表6)。

$$\text{仕事量}^{4)} (\text{kgt}\cdot\text{m}) = \text{石の重量} (\text{kgt}) \times (\text{標高差} (\text{m}) + \text{水平距離} (\text{m}))$$

仕事量の結果からも作業時間でもとめた結果とほぼ同じような遺跡間の相対関係が得られた(図7、表7)。ただ仕事量においてオクシベツ川遺跡と他の4遺跡との格差が広がっている。こ

表3 作業時間

	往復時間(分)	作業時間(時)	作業日数(人/日)
オクシベツ川遺跡	0.2	0.6	—
湯の里5遺跡	2.2	6.3	0.8
野村遺跡	7.7	293.1	36.6
小牧野遺跡	11.0	490.7	61.3
中栗須滝川II遺跡	44.9	749.8	93.6

表4 登山に必要なエネルギー量

山岳名	垂直距離 (m)	斜面距離 (m)	平均角度	継続運動熱量(kcal)	
				登	降
卯辰山(天神橋一頂上間)	10	1350	4°40'	83	35
宝達山(登山口一頂上間)	487	4800	5°44'	432	164
白山(市ノ瀬ー御前頂上間)	1860	10500	10°2'	1234	494
立山(称名滝下一雄山山頂間)	1820	13770	7°35'	1403	561
富士山(吉田口太郎坊一頂上間)	2230	12372	10°12'	561	1719

(註) 富士山の場合は不慣れなため30%ほど多く出ている(池田 1952を転用)

表5 作業時間と投下エネルギー量

	作業時間	投下熱量(kcal)
オクシベツ川遺跡	0.6	158
野村遺跡	293.1	94640
中栗須滝川II遺跡	490.7	196934

表6 仕事量

	仕事量(kgf・m)	標高差(m)	水平距離(m)	総重量(kg)
オクシベツ川遺跡	1657.3	0	10	1657.3
湯の里5遺跡	131047.5	25	50	1747.3
野村遺跡	6596630.0	40	250	22747.0
小牧野遺跡	10179440.0	80	300	26788.0
中栗須滝川II遺跡	20082503.6	7	2000	10006.2

表7 野村遺跡を1とする仕事量と作業時間の遺跡間比率

	仕事量	作業時間
オクシベツ川遺跡	1/3980	1/489
湯の里5遺跡	1/50	1/47
野村遺跡	1	1
小牧野遺跡	1.5	1.7
中栗須滝川II遺跡	3	2.8

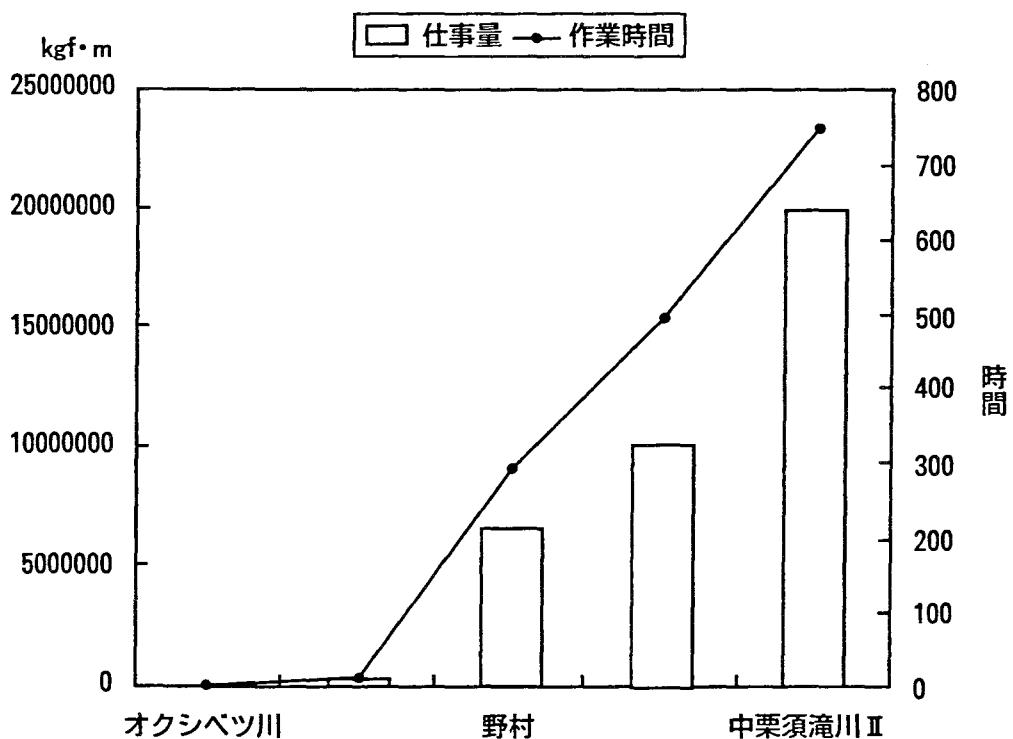


図7 環状列石における仕事量と作業時間

れはオクシベツ川遺跡の場合、作業時間が0.6時間という余りにも短い推定結果により誤差が大きくなつたものと考えられる。

諸戸の式に従えば石の総重量、遺跡と河原との標高差、水平距離がデータとして整えておけば簡単に仕事量が推定でき、これらの変化量をみることができる。また、さらに計算を簡略化して、石の平均的な重さとおおよその個数、遺跡と河原の位置関係を調べておけば、他の多くの遺跡に関する石運搬の作業を仕事量の視点から比較可能である。仕事の概念は石を人間がもって運ぶのではなく、石が斜面を滑りあがる場合の加える力と重さとの積を求めるものである。諸戸が指摘しているように厳密に作業量を推定しようとすれば運搬時に用いる道具の種類や、路面の状況による摩擦係数や割り増し係数の変化値を式に反映させる必要があり、そうした場合は計算が複雑になることが予想される。

(3) 推定量の解釈

① 結果と問題点

分析した5遺跡の中で一番作業時間が短いのはオクシベツ川遺跡の0.6時間で、一番長いのは中栗須滝川II遺跡の749時間であった。このことから作業規模として最も小さなオクシベツ川遺跡は、一人で1時間もあれば石の運搬作業を終えるのに対し、中栗須滝川II遺跡では10人で1日8時間の作業を行なったとしても10日を要する計算となる。作業時間の差としては確かに大きいが、規模的に最も大きなオクシベツ川遺跡に関しても予想していたレベルよりはるかに小さな規模であった。またこれは少なく1日3時間の作業を行なったとすると、10人で25日を要する作業となり、未開社会の狩猟=採集民での1日の労働時間の平均が3時間41分であることから(山内1992)、縄文人の活動時間を1日8時間とすれば、生業活動と環状列石を造る作業の両方を行なえることが可能な時間として仮定できる。

作業量の推定法について、先に図4で示したように登山においても平均傾斜角は10°前後であるならば、直線距離で傾斜が15度の小牧野遺跡や26度を測る湯の里5遺跡ではかなりの勾配であるといえ、このことから迂回経路や休憩も想定する必要がある(児玉・高沢1998)。また小牧野遺跡では「内・外帯の石配列は極めて規則的である。最大で1m、平均50~60cmに近い偏平または棒状の細長い礫を縦に置き、その横には一回り小型の偏平な礫を2~6段、石垣状に横積みし、これを繰り返すことで内・外帯が構成されている(青森市教育委員会1996)」、ように意図的に石材の選択が行われ、配置にも工夫が見られる遺跡が多い。したがって、計算を行なうのは難しいが、迂回距離や休憩時間、石の選択・配置などに要する時間を加えたものが現実に列石を造る作業を想定した場合の作業時間となる。

その他にも小牧野遺跡は「列石構築に際し、西高東低の緩斜面を削り(深さ最大1.8m)、西側を

半円状に削り、その排土を東側に盛り、中央に円形の平坦地をもつ地形に造成し、その作出了した面に列石を築いている(青森市教育委員会1996)」とあり、湯の里5遺跡は外環の下を「さらに掘り進めると中央部に一段低い位置にめぐる礫が現れ、全体で二重のサークルをなすことがようやく確認された(北海道埋蔵文化財センター1985)」、オクシベツ川遺跡では「249(最も大きい石の番号)はストーン・サークルのほぼ中心部に位置し、他の礫より一段低い場所から横になって出土した(斜里町教育委員会1980)」とある。野村遺跡に関しては、土層堆積状態からは確認できなかつたが、各列石を境にして土地が雑壇状または階段状に形作られており、自然の地形とは考えにくいくらい。

このようなことから環状列石を造る際には、何らかの土地の造成が前段階に準備されていた可能性が高く、環状列石の構築プランには事前の土地整備作業も含まれるはずである。しかし、科学的に土量を計測するのが難しく、また土砂の移動を確実に証明できる遺跡も少なかつたので作業量の推定に際し、この点は考慮しなかった。

② 住居の建設との比較

分析結果から作業時間が最も長く推定されたのは中栗須滝川II遺跡で、1日3時間の作業を行なったとして250人/日、現代人の平均労働時間に相当する1日8時間の作業を行なったとすれば、94人/日という規模となる。縄文時代の土木力を把握するためには、同じような土木作業によって造られた施設との比較を行なう必要があると考え、住居の建設との比較を行ないたいと思う。しかし、管見の限り縄文時代の住居(特に竪穴式住居)の建設に必要とする労力を推定した研究資料は手に入らなかつたが、ある程度の目安となる資料を得ることができた。

タウンゼンドは、ニューギニアのヒオウエのヘブ族での場合を例に、石斧を使って材料を得る時間から家を一軒建てるために必要とする時間を、114時間と推定している(TOWNSEND1969)。これは1日8時間働いたとして、14人/日に相当する規模となる。また西田正規は竪穴を掘る作業を、掘り棒で $2\text{ m}^3/\text{日}$ 掘ると仮定し、15~20人/日程度の作業を想定した(西田1989)。

のことから竪穴住居の建設規模は木材の入手から、竪穴を掘り、家を組み上げるまでおおよそ30人/日=1ヶ月程度の作業と予想することとした。これと環状列石を造るために必要とする作業時間とを比較するとき、1日8時間の作業の場合、作業時間293時間の野村遺跡で、37人/日となり、ほぼ同じ作業規模を考えることができる。また中栗須滝川II遺跡の環状列石の規模が94人/日程度であることから、おおまかに大きな環状列石の構築規模(分析したうちで)は、竪穴住居の建設の3倍程度であると言える。住まいは縄文人にしろ現代人にしろ基本的生活に必要な施設であると考えられるから、縄文人は作業時間の点から見ればそれ以上の労力を費やす価値を環状列石に見出す場合もあり、それを実行できる労力を集落は内在させていたことになる。

表8 石の個数を推定した環状列石

遺跡名	所在地	時期	規 模 (m)	石の個数	形 態
忍路環状列石	北海道 小樽市	後期	32.0×23.0	150	環状
地鎮山巨石記念物	北海道 小樽市	後期	6.0×3.8	1000	塊状
オクシベツ川遺跡	北海道 斜里町	後期後半	直径10.0	249	環状
湯の里5遺跡	北海道 知内町	後期初頭	"内環2.8×2.5, 外環6.7×6.5"	169	環状
小牧野遺跡	青森県 青森市	後期前葉	"中央2.5×1.5, 内帶径29.0, 外帶径35.5"	2277	環状
湯舟沢Ⅱ遺跡	岩手県 岩手郡	後期前葉	全長14.0	210	環状
御所野遺跡	岩手県 二戸郡	中期後半	5.0×4.2	210	環状
大湯環状列石	秋田県 鹿角市	後期前葉	"野中堂直径36.0, 万座直径40.0"	"野中堂1400, 万座3100"	環状
伊勢堂岱遺跡	秋田県 北秋田郡	後期前葉	列石 A 30×25	1500	環状
野村遺跡	群馬県 安中市	中期後半	第1列35.0×30.0 "第2列65.0, 第3列25.0"	第1列622 "第2列605, 第3列348"	第1列環状 "第2列弧状, 第3列直線"
中栗須滝川Ⅱ遺跡	群馬県 藤岡市	後期	全長40.0	2580	環状
田端遺跡	東京都 町田市	後期後半	10.0×9.0	1100	環状
下溝稻荷林遺跡	神奈川県 相模原市	後期後半	13.0×12.5	730	方形
小林遺跡	長野県 駒ヶ根市	中期初頭	"第I 直径10.0, 第II 直径16.0"	"第I 270, 第II 510"	直線
殿原遺跡	長野県 飯田市	後期	全長10.0	290	弧状
上白岩遺跡	静岡県 田方郡	中期末～ 後期初頭	13.1×12.3	680	環状
千居遺跡	静岡県 富士宮市	中期後半	"第I 46.0, 第II 22.0"	"第I 170, 第II 170"	"第I 直線, 第II 弧状"

③ 範囲規模

環状列石は規格がある程度はっきりしているものだけでも、全国的に30～40件確認されている（山梨県考古学協会1990,日本考古学協会1997）。分布域は北海道・東北地方北部を中心とするが東海地方にまで及び、その大きさ（直径または全長）や石の個数も様々である。分析した環状列石構築の推定作業時間は5遺跡のみで、これが正確な環状列石の規模範囲をあらわしているとは言い切れず、新たに列石の単位が明確であり、かつ、列石に使われている石の個数が確認できる12遺跡で、平面図などからその概数を推定した（表8）。

環状列石の大きさは直径2m～40mの範囲となり、特定の大きさに偏りは認められず、弧状または直線状の列石を含めれば野村遺跡の第二列の全長65mが最も大きいが、これらのタイプの大きさも様々である。列石範囲をどこまでとするかにより誤差はあるにしても、およそその石の数は50個から3000個の範囲と考えられる。石の計測数が最も多い大湯環状列石は、直径約1～2mの組石遺構が集合して直径約40mのサークルが二つ形作られている遺跡で、万座遺跡で約3100個、野中堂遺跡で約1300個、合わせて4500個の石を数えた。

配石された石の個数は総重量に、さらにそれは石を運搬するのに必要とした作業量と相関関係をもつ。そこで最大個数の規模をもつ大湯環状列石を造るのに費やされた作業時間を推定したい。

まず総重量を推定する。大湯環状列石は1951・52年に発掘調査が行われ、53年に報告書が刊行されている。両遺跡とも完存時にはより多くの石が配石されていたことが推察され、中でも万座遺跡に関しては、200ヶ所以上の組石遺構の存在が可能性として指摘されている（後藤1953）。保存状態が良い万座遺跡で考えて見るならば、発掘当時で組石遺構が47基と日時計状の特殊組石遺構が一基確認されている。実測図で把握できる限り、石の数は組石遺構の石の平均個数が27個、特殊組石遺構で129個の石が使われていた。そこで組石遺構の平均個数27個、構築当時200基の組石遺構があると考えれば、全部で5400個の石が配置されていたことになる。そして「列石の大きさは人頭大以上で、大きさ及び重さから見て、大体一人の力で運びうる程度、稀に大きくて二人なら特に運搬器具を使うことなく運びえたと考えられる（藤岡・佐藤1953）」ことを参考にして、石の平均重量を10kgと仮定して、総重量を54000kgと推定しておく。

次に石の運搬距離を考えてみる。石材は天然の河原石で、遺跡近くの大湯川から運ばれたと推測されている（藤岡・佐藤1953）。その後の大湯環状列石周辺遺跡発掘調査（1985年）でも岩質分類鑑定及び原産地特定の調査が行われている（加納1985）。その結果として、調査時に遺跡の近くの河原では列石に使われた形の良い長柱状の石が稀であることから、遺跡から6～7km離れた安久谷川、もしくはもう少し下った大湯川と安久谷川の合流地点を石材獲得場所と推定している。確かに、大湯環状列石では長柱状の河原石が好まれて選択され、また5000個以上の石が用いられたとすれば、1ヶ所の河床ですべてまかなうのは難しい。しかし、地理的に遺跡から最も近い大湯

川まで1kmほどであるのに、5km以上離れた地点まで石を取りにいったとは考えにくく、列石構築当時には目当てとする石が近くの河原で採集できたと考える方が自然であり、石材獲得地を、可能性が高いと思われる、最短距離1km付近と仮定しておく。

こうした仮定から総重量を54000kg、傾斜はなく歩行距離を片道1kmとし、1回10kgを運んだとしてこれまでと同じ方法で万座遺跡の作業時間を推定すると2021時間となった。1日8時間の作業の場合、253人/日となり、分析結果の中で作業量の大きかった中栗須瀧川II遺跡(94人/日)の2.7倍の作業量に相当する。これはあくまで最低限必要とする作業時間であり、分析対象とした5遺跡はいずれも列石の下に土壌は確認されていないが、大湯の場合、土壌を掘る時間も加えればさらに作業時間は増大する。簡単に考えて、組石と土壌がセットであるとし、土壌の土量が1m³、これを1日1人で掘るとすると、ほぼ倍の500人/日程度の作業を要することになる。分析した遺跡の作業時間と比べ、相当大きな作業規模となる。

以上の分析は現状に残された環状列石をすべて一つの塊と見なして計算したものである。だが、実は環状列石を一つの単位と見るか、または幾つかの単位に分けて考えるか、つまり一度に造られたのか、時間差をもって何回かに分けて造られたと考えるのかによって、特に大湯のような大きなものに関しては、分析結果からの解釈が異なる。次に、環状列石の形態的、機能的違いについて触れておきたい。

④ 二種類の環状列石

一般的な環状列石として本稿で分析対象とした5遺跡の他に、秋田県伊勢堂岱遺跡、山梨県牛石遺跡(小林公明1981)、静岡県千居遺跡(千居遺跡発掘調査団1972)などが有名である。なかでも代表的なものとして大湯環状列石と小牧野遺跡が挙げられ、大湯型と小牧野型とに区別されている。二つのタイプは形態面と性格面で異なる特徴が認められる。形態的には前者が直径1~2mの組石構築の集合体であるのに対し、後者は偏平または棒状の細長い石を規則的に組み合わせて列状に連続させた統一体である。性格面では前者が一基ずつ組石構築の下部に土壌を伴うことから集団の墓地、墓域であると推定されているが、後者は列石の下部に土壌は存在せず、祭祀場を想定する多くの遺物が出土している。このことから小牧野遺跡の調査者は、前者は配石墓が時間の計画の中で環状に並んだ、「結果の環状列石(環状配石墓群)」、後者は円空間作りを目的とする短期間に石を並べた、「計画の環状列石」であるとしている(上野1996)。また秋元信夫も環状列石の構築期間について小牧野遺跡は組石の統一性及び土器型式から短期間を想定しているのに対し、大湯環状列石は列石を構成する組石構築群の重複や、周囲の建物群に新旧関係が認められたことから短期間ではないが、出土遺物の单一型式から数100年は越えないと判断している(秋元1996)。

以上から大湯環状列石の万座、野中堂の両遺跡とも一基の組石構築が基本単位であると判断し、

万座遺跡でこれが200基もあったとするならば、始めから完成（現在の状態）を目指していたというよりも、徐々に墓の数を増やしていくと考える方が自然だと思われる。組石遺構単位で考えるならば、一基当たりに必要とする作業時間は全体の1/200となり、約10時間程度となる。先に述べたように、これに土壌を掘る時間を加えても、一人で数日もあればこなせる作業レベルにまで低下する。小牧野型は力学的安定のもとに全体のバランスを考慮して石が積み重ねられているが、大湯型では、組石遺構の重複が認められる箇所もあり、構造的に全体の構築プランのイメージを当初から描いていたとは考えにくい。

石の運搬のみで考えるならば環状列石の構築は多くて100人/日程度、具体的には10人で10日の規模という計算になる。このことから結論として短期的に構築されたと推定される環状列石に費やされた作業量は、一集落あるいは数人～数十人の範囲で扱える規模であると思われる。

⑤ 構築期間

環状列石の規模を理解するためには、それを造るために費やされた構築期間を判断材料とすることができます。しかし、環状列石を造るのに「短期間」があるとしたらもう一方は「短期間ではない」としか説明できず、確実な構築期間としては、せいぜい数100年を越えない程度としかわからない。作業時間を推定したことにより、継続作業を行なった場合での作業時間はある程度求められたが、実際の作業密度、つまりどれだけの日数や人数をかけて造られたかを推定することは困難である。このことから絶対的にはわずか一人で1時間足らずの作業量であるオクシベツ川遺跡でも何年、何十年かけて完成させたとも考えられるし、一方総体としては石の運搬のみで250人/日かかる大湯の万座遺跡でさえ100人で連日の作業を行なえばわずか3日足らずである。注意しなければならないのは考古学での「短期間」は土器を資料として判断されていることが多く、縄文時代全般における時間幅の平均最小単位は、一般的に数百年を目安として考えられている。よって、数日または数十日レベルの作業時間の違いを現段階では推定することはできない。

だが、縄文時代の中でも土器資料が豊富な地域と時期に限定すれば、より細かな時間幅で環状列石の構築期間を捉えることができそうである。関東地方に限れば、土器編年は80段階以上の時間帯に細分されており、縄文土器の存続期間を、8000年から1万年未満とすると、仮に一段階が時間的に等間隔とすれば100年と見積もられる（小林1994）。さらに、資料が豊富な中期に範囲を狭めれば、より細かな時間幅で捉えることが可能であると予想でき、野村遺跡は縄文時代中期の環状列石であることから、この遺跡を対象として最小単位の時間幅を推定してみたい。

関東地方の縄文時代中期は土器様式によると五領ヶ台式6段階（山本1998）、猪沢式3段階（植田1988）、勝坂式6段階（安孫子1988）、加曾利E式9段階（鈴木・山本1988）に細分され、全部で24段階となる。放射性炭素年代測定では縄文中期は4800～4050y.B.Pの範囲を示し（キーリ・武藤1994）、仮に各段階の時間幅が一定とすれば、一段階は約30年となる。

野村遺跡は列石が2重に巡らされ、中心から外側へ第一列、第二列へと構成されており、構築時期はいずれも縄文時代中期末、土器区分では加曽利E3様式の終末からE4様式の初頭期の範囲であると考えられる。加曽利E式土器は4様式9段階のうち、E3様式は3段階、E4様式は2段階に区分されている。野村遺跡の環状列石がE3様式の3段階（最後の段階）からE4様式の1段階（始めの段階）の範囲に構築されたとすれば、時間幅は約60年となる。

結論として野村遺跡の環状列石の構築期間は土器型式からでも約60年の範囲内で捉えることができそうである。いくらかでも「短期間」の具体的なイメージがしやすくなり、少なくとも数百年という単位ではない。

⑥ 単位集団

野村遺跡の環状列石の構築期間は土器区分での2段階=約60年、あるいは約30年=一世代を単位として集落の展開を予想できそうである。このことから確かな構築日数または構築年数を推定できなくとも、背景に考えねばならない労働力、つまり集落の構成人数から列石を造る単位集団の人数は想定できる。仮に、加曽利E3様式の最後の段階=30年、の間に列石が構築されたとすると、同時期の住居跡は5軒から6軒確認されており、一軒に4人から5人暮らしていたとして、集落人数は20人から30人程度の範囲であったと推定できる。年寄りや子供は作業に携わらなかつたとして、その半数の10人から15人ぐらいが環状列石を造る作業に関わったのではないかと、より具体的な作業人数を想定することもできる。

また推定作業時間が最大であった中栗須滝川II遺跡においても作業日数は約94人/日=3ヶ月程度の規模であるが、数値上からは一人で作業を行なうことも十分可能であったと考えられる。しかし、石の重さや、石を運ぶ状況、つまり「作業の質」を考えれば一人で作業を行なったとは考えにくい。野村遺跡の環状列石に使われている石で見れば、実際には一人では持ち上げることすら困難な石も幾つかあり、まして標高差が40mもある河原から一人で運んだとは考えにくい。現代で普通の体格の持ち主ではザックの負荷の至適量は30kgまでであり、それ以上になると平行安定機能が非常に悪くなる（勝田1972）。石の総数1573個中、一人で運ぶには体にかかる負担が大きいと思われる30kg以上の石が9個あり、そのうち50kg以上が2個、最大重量は92.6kgであった。中栗須滝川II遺跡以外の遺跡ではいずれも50kg以上の石が用いられており、小牧野遺跡では推定重量493.4kgの巨石も計測した。これらのことから、実際にどのような方法で石を運搬したかは把握できないが、最低3～4人による共同で、作業が行なわれたことが想定できる。

結論として環状列石を構築する単位集団は集落の大きさや作業の質から考えて3・4人から10人程度の範囲内であるのではないかということが推定できる。分析した中で大きな作業時間をもつ遺跡でも1日8時間の作業を毎日行なえば、この範囲の人数で10日から1ヶ月程度の作業規模であり、標準的な集落の構成人数を20人から30人とすれば一集落でも十分構築可能な規模であつ

たと考えられる。

(4) おわりに

本稿の目標として三つの課題を考えていた。一つは環状列石を造るのに費やされた作業時間の推定であり、これは基礎資料を収集する段階での主眼であるといって良い。分析は環状列石の規格が明確な5遺跡を対象として行ない、その推定結果は1時間たらずのものから750時間まで広範囲にわたった。だが最も大きな作業時間を必要とする遺跡においても10人で10日程度の規模であるので、比較的短期間でも環状列石を造ることが可能であると想定できる。また仕事量の推定から作業時間の推定結果を裏付けるような遺跡間の関係が得られ、エネルギー量の推定からは歩行条件により単位時間あたりのエネルギー消費量や作業強度に違いがあることを想定できた。作業時間の推定には実際に野村遺跡をモデルとして石の大きさや、重さを測り、石をかついで歩いてみる実験もしてみた。その結果得られた推定作業時間を量として捉えることで、縄文時代と現代との共通項を提示することが可能となった。しかし、一方で求めた数値は色付けされておらず、我々が理解するためには資料操作が必要であり、それには主観も入りやすいという矛盾も生まれ、得られた数値の解釈が次の主要課題となる。

二つめは環状列石という構築物に投下された土木規模である。これは推定作業時間をもとに縄文時代における環状列石の土木規模の推定を行なった。規模とは「物事の大きさ」を意味するが、そのためには比較となる対象がなければならず、竪穴式住居建設との比較を行なった。竪穴式住居の作業量に関してはほとんど資料が手に入らず、比較は難しかったが、構築規模を30人/日程度と仮定し、これと環状列石構築に必要とする推定作業時間と比較してみると、中レベルであった野村遺跡とほぼ同規模の作業日数と比定でき、最も大きな中栗須滝川II遺跡は住居構築のほぼ3倍の作業量を要することがわかった。

三つめは環状列石を造り出す背景となる集団の推定である。単位集団の想定に際して一時期の集落の人数を求めておく必要があり、作業時間を推定した5遺跡の中で唯一環状列石と同時期の集落跡が確認されたこと、また土器編年の細分化が進んでいる関東地方の中前期の遺跡であることから、野村遺跡をモデルとして構築集団の推定を試みた。土器の編年と放射性炭素年代測定とを対応させることにより一段階約30年を1世代、一時期と仮定し、確認された住居跡の数から集落の構成人数を20人から30人と推定した。環状列石には一人では持ち上げることすら難しい石も幾つかあったことも考慮して、作業に際し、数人から10人程度の範囲の集団的作業を想定した。

本稿では縄文時代の社会規模の想定するために、当時において大きな建造物である環状列石に焦点を当て、これに関するデータを収集し、石を運搬するのに必要とする作業量を推定した。環状列石の構築作業量にはこの他にも事前の土地整備や、構築後には環境維持を計る列石周辺の草

取り作業なども一連の作業として想定できるものであり^{*6)}、これらも視野に入れて今後の研究課題としたい。

本稿は高沢周示が筑波大学の考古学・民俗学専攻時から野村遺跡の発掘調査に参加し、環状列石構築の作業量に着目し、分析研究を続けてきたものである。本稿は物質文化に掲載された論功を基に一部加執修正を加えたものである。

(高澤・千田)

参考文献

- 1) 体内で消費された酸素量と体外に排出された二酸化炭素量からエネルギー代謝を推測する方法。
- 2) 生活強度II（中程度）における20～49歳の男女のエネルギー所要量を平均した（香川1997）。
- 3) 男性で体重60kgの場合328kcal/時消費する（香川1997）。
- 4) 物体に力Fを加えて、その力の向きへ距離Sだけ物体を移動させたとき、力は物体に仕事Wをしたという。
 $W = F \times S$ 。また用語の説明として質量kgの物体が地球から受ける重力の大きさ（重さ、重力）を kgf または kgw と表し、[kgf] の力で [m] 移動させたときの仕事を [kgf · m] といい、仕事の単位として用いられる。
- 6) 青森市教育委員会の児玉大成氏は小牧野環状列石周辺の草刈りの実験を行っている。