A study on the Applicability of PTS to Establishing the Standard Times for Agricultural Works of Korea

ABSTRACT

Objective: This study aims to analyze qualitatively if PTS methods are applicable to the agricultural works of Korea. **Method:** MTM, MOST, Work Factor, MODAPTS were applied to some agricultural works, and limitations of each method were found out. **Results:** MTM was found to be more applicable than other methods, except for mental works. **Conclusion**: In general, many Korean agricultural works need squat postures, which are not taken into account in most of PTS methods. Continuous observation with stop watch is recommended for establishing the standard times for the agricultural works of Korea.

Keywords: agricultural work, standard time, PTS, ergonomic factors

1. Introduction

시간연구(time study)는 1880년경에 미국의 Frederick Taylor가 스톱워치를 가지고 작업을 측정한 것에서 시작되었으며, 숙련된 작업자가 작업을 정상속도로 수행할 때 소요되는 시간인 표준시간을 결정하는 기법을 다루는 분야이다(Mundel and Danner, 1994). 즉, 작업에서 불필요한 요소와 시간을 찾아내서 작업을 개선하고, 그 작업에 필요한 적정시간을 설정하는 기법이라 할 수 있다.

보다 구체적으로, 표준시간(standard time)이란 어떤 작업을 수행하는 데 필요한 충분한 숙련도를 보유한 작업자가 주어진 작업조건과 환경조건 하에서 보통의 작업속도로 작업을 수행하는데 필요한 시간으로 정의된다(Niebel and Freivalds, 1999). 표준시간은 공정한 하루 일의 양을 결정하고 일정계획 수립을 위한 가장 기본적이며 중요한 자료이며, 작업자 임금과 인센티브 지급의 기초가 된다.

작업시간을 측정하는 방법으로 측정의 대상이 되는 작업을 직접 관찰하여 스톱워치를 이용하여 작업시간을 측정하는 방법과, 작업시간을 직접 측정하지 않고도 표준시간을 결정할 수 있는 Predetermined Time Standard(PTS)법이 있다. PTS법은 인간이 취할 수 있는 기본적인 동작을 몇 가지로 구분하고 각 동작마다 소요되는 시간을 미리 정해놓은 것이다. 따라서 어떤 작업을 수행할 때 필요한 동작이 무엇인지 알고 있다면 스톱워치로 직접 측정하지 않아도 관련 요소동작의 소요시간을 PTS법에서 찾아 그 소요시간의 합으로 작업의 표준시간을 결정할 수 있다. PTS법은 현재 수행중인 작업의 표준시간을 결정하기 위해 사용할 수도 있지만, 새로운 작업의 시간을 예측하기 위해 사용할 수 있는 장점이 있다.

PTS는 오랜 기간의 연구 결과를 바탕으로 기본 동작의 소요시간을 정리한 표준자료라고 할 수 있다. 1924년 A. B. Segur가 MTA(motion-time-analysis)를 처음 발표한 이후 다양한 PTS법이 개발되었다. 현재 국내에 도입되어 사용하고 있는 PTS는 WF(work factor), MTM(methods-time measurement), MOST(Maynard operation sequence technique), MODAPTS(modular arrangement of predetermined time standards)등이 있다.

표준시간 설정에 관한 연구는 제조업과 서비스업에 대하여 다수가 수행된 바 있지만, 국내외적으로 농작업에 적용된 바가 많지 않으며(Oberholtzer, 1945), PTS법을 농작업의 표준시간 설정에 적용한 연구는 거의 찾아보기 힘든 실정이다. 이에 본 기술논문에서는 i)대표적인 PTS법을 간략히 소개하고 ii) 우리나라 농작업의 표준시간을 PTS법으로 설정할 수 있는가를 시설작목 작업을 대상으로 정성적으로 검토하였다.

2. Procedure of Establishing Standard Time using PTS

2.1 WF

WF에서는 모든 작업을 이동(transport), 쥐기(grasp), 미리 놓기(pre-position), 조립(assemble), 사용(use), 분해(disassemble), 정신 작업(mental process), 내려놓기(release)의 8개 표준요소 중 하나로 구분한 후, 표준요소 별로 작업시간에 영향을 주는 4개 변동요인으로 시간을 결정한다. 변동요인으로는 동작 신체부위, 동작거리, 중량 또는 저항, 인위적 조절이 있다. 즉, WF에서는 작업자가 수행하는 작업을 작업 조절의 정도와 중량에 따라 특정 신체부위가 얼마나 움직이는지 기록하여 작업시간을 결정한다. 특히 동작 신체부위와 동작거리를 기본동작(basic motion)이라고 하며, 중량 또는 저항과 인위적 조절을 work factor라고 한다. 신체부위는 손가락 또는 손, 팔, 아래팔, 몸통, 발, 다리, 머리의 7개로 나누어 동작거리 별 또는 동작크기 별로 시간치를 정하였다. 이외에 걷기와 두뇌작업에 대한 시간은 각각 별도의 표로 제시되어 있다.

2.2 MTM

MTM의 가장 기본적인 형태인 MTM-1은 인간의 기본동작을 손 뻗기(reach), 운반(move), 돌리기(turn), 쥐기(grasp), 누르기(apply pressure), 바로 놓기(position), 내려놓기(release), 떼어놓기(disengage), 눈 시간(eye times) 등으로 나누어 각 기본동작의 이동거리, 상황, 동작 유형, 중량 등에 따라 시간치를 제공한다. 기본동작 이외에 신체, 다리, 발과 관련된 동작이 별도로 제시되어 있다.

2.3 MOST

가장 기본적인 형태인 Basic MOST는 물체의 이동 유형에 따라 일반 이동(general move)과 제한 이동(controlled move)으로 구분하며, 필요에 따라 도구 사용(tool use)을 적용한다. 일반 이동은 물체를 공간에서 자유롭게 이동시키는 경우로, 이동 중에 다른 물체와 접촉해 있거나 제한받는 경우는 해당되지 않는다. 작업자가 몸을 구부려 물건을 집어 들고 몸을 펴서 다른 위치에 그 물체를 놓는 경우로, 산업 현장에서 흔히 발생하는 형태이다.

일반 이동에는 거리(A 거리: action distance), B(동작: body motion), G(조절: gain control), P(바로 놓기: placement) 등 4개의 변수가 있으며, 각 변수의 상세한 값이 각각의 표에 나타나 있다. 일반 이동의 절차는 크게 물건을 얻기(get), 놓기(put), 돌아오기(return)의 단계를 거친다. 얻기는 다시 A, B, G로 구성된다. 놓기는 A, B, P로 구성되며, 돌아오기는 A로 이루어진다. 즉, 박스에서 부품을 집어 작업대에 놓거나, 부품을 박스에 넣는 작업과 같이 산업현장에서 발생하는 물건의 일반적인 이동 절차는 ABG ABP A로 나타낼 수 있다.

제한 이동은 작업대에 놓인 물건을 밀거나 핸들을 돌리는 작업과 같이 다른 물건에 부착되어 있는 물건을 제한된 경로에 따라 이동시키는 것을 의미한다. 만약 이동하려는 물건이 다른 물건과 떨어져 공간상에서 자유로운 경로로 이동할 수 있다면 이는 일반 이동이 된다. 제한 이동에는 A, B,

G, M(이동 제한: move controlled), X(처리시간: process time), I(정렬하기: align), A 등 7개의 변수가 있으며, 각 변수의 구분과 상세한 값이 표로 제시되어 있다.

2.4 MODAPTS

MODAPTS는 동작을 이동 동작(movement activity), 끝 동작(terminal activity), 기타 동작으로 나누며, 총 21가지 세부동작에 대하여 시간치(단위: MOD=0.129초)를 제시하고 있다. 이동 동작(기호 M)은 빈손을 뻗거나 물건을 운반하는 동작이며, 끝 동작(기호 G 또는 P)은 물건을 집거나 놓는 동작이다. 따라서 MODAPTS의 동작분석은 일반적으로 이동 동작과 끝 동작의 조합으로 기본 동작(기호 MGMP)을 나타낸다. 각 동작에 대하여 시간치가 부여되어 있으며, 동작의 조합은 각 동작의 시간치를 더하면 된다. 따라서 사용하는 신체부위와 동작, 중량을 알면 다른 PTS법 보다 쉽게 작업시간을 구할 수 있다.

3. Method

3.1 Participants

농업에 종사하고 있는 60대 남성 3명과 60대 여성 3명, 외국인 근로자(20대) 4명이 관찰대상이 되었다.

3.2 Tasks

농작업은 대상물과 작업시기에 따라 매우 다양하며, 본 연구에서는 얼갈이 배추 수확 작업(Fig. 1), 애호박 겹순 따기 작업(Fig. 2), 토마토 유인 작업(Fig. 3.), 화훼 농가의 화분 선별 및 교환 작업 등을 관찰대상으로 하였다.

<< Fig. 1 ~ Fig. 3>>

3.3 Procedure

상기한 농작업을 비디오 카메라로 촬영하였고, 작업물의 무게와 크기는 실제로 측정하였다. 또한 공정도 기호(Barnes, 1980)를 사용하여 분석하였고, 여러 PTS법을 사용하여 시간치를 산출하였다.

4. Results

여러 PTS법을 사용하여 대상 작업을 분석한 결과, 시간치를 구할 수 없었던 대표적인 경우를

기술하였다.

WF에서는 손을 사용하는 복잡한 작업, 물건 내려놓기 작업 등의 시간치가 제시되고 있지 않아 모든 농작업에 적용하기에 무리가 있었다.

MTM이 전반적으로 적용가능성이 높았으나 두뇌 작업이 포함된 경우에 산출되는 시간치의 변동폭이 컸었다.

MOST는 하지를 주로 사용하는 작업은 발걸음 수를 기준으로 시간치가 제시되어 있고, 그 외 하지의 다른 동작들은 고려되지 않기 때문이다. 다양한 형태의 이동이 많은 농작업에서 걸음 수로만 시간치를 측정하기에는 오류가 많이 발생하였다.

MODAPTS에서는 상지를 이용한 작업들은 다양하게 분류되어 있지만 하지 작업에 대해서는 그러하지 않아서 적용에 한계점이 많이 발생하였다.

전반적으로 PTS법의 동작은 상지를 중심으로 구분되어 있다. 따라서 하지의 동작은 세밀히 구분되어 있지 않고, 우리나라 농작업에서 흔히 발견되는 쪼그려 앉아서 하는 동작은 존재하지 않는다.

5. Conclusion

분석대상이 된 PTS법중에서는 MTM의 농작업 적용가능성이 상대적으로 높았다. 그 외의 기법들은 쪼그려 수행하거나 하체를 사용하는 작업, 복잡한 손동작에 대한 시간치가 충분하게 제시되어 있지 않았다. 단, MTM도 두뇌작업이 있는 경우에는 적용에 한계점이 발견되었다. 따라서 농작업의 표준시간 설정을 위해서는 PTS법보다는 스톱위치를 이용한 연속적인 관찰기법이 추천된다.

표준시간 설정 시 채택되는 기법 종류에 관계없이 수행도 평가(rating) 과정을 거쳐야 한다. 이 때, 작업장에서 표준적인 작업자를 선정하는 것이 필수적인 단계이다. 그러나 여러 작업자가 동일한 작업에 투입되는 기업농에서는 표준적인 작업자를 선정할 수 있지만 가족 또는 소수의 노동력이 투입되는 소규모 영농에서는 그렇지 아니하다. 즉, 우리나라 농촌의 실정에서는 표준적인 작업자를 발견하기 어려운 현실적인 제약조건이 있음을 유의해야 한다.

현재 우리나라 정부에서는 농업인 안전보장 제도를 도입하려고 하고 있다. 이 때 표준시간은 농작업 재해보상의 기초자료로 필요하며, 표준시간의 설정을 위하여 적절한 방법이 적용되어야 한다. 전통적으로 제조업에 적용되어온 시간연구의 기법은 비정형적인 요소, 하지를 이용하거나 쪼그리는 요소가 많은 우리나라 농작업에 범용성있게 적용되기에는 한계점이 많다는 것을 발견하였다.

그동안 농업에서의 근골격계질환을 비롯한 인간공학적 연구는 많이 이루어져왔다(Lee at al, 2010). 하지만 국내외적으로 농작업의 표준화와 표준시간 설정에 대한 연구는 제조업에 비하여 상대적으로 미약한 실정이므로 우리나라 실정에 맞는 연구가 절실히 필요한 시점이다.

References

Barnes, R. M., *Motion and Time Study: Design and Measurement of Work*, 7th ed., John Wiley & Sons, 1980.

Lee, K. S., Kim, H. C., Chae, H. S., Kim, K. R., Lee, S. J. and Lim, D. S., A study on agricultural safety technology for ergonomic intervention in farm-work, Journal of the Ergonomics Society of Korea, 29(2), 225-239, 2010.

Mundel, E. and Danner, D.L., *Motion and time study improving productivity*, 7th edition, Prentice-Hall, 1994.

Niebel, B. and Freivalds, A., *Methods, Standards, and Work Design*, 10th edition, McGraw-Hill, 1999.

Oberholtzer, J.W., The application of motion and time study technique to certain agricultural enterprises, *Journal of Farm Economics*, 27(3), 702-704, 1945.

Fig. 1

Fig 2

Fig. 3